Über die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen bei Pflanzen von niedrigem Wuchs.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT FREIBURG I. D. SCHWEIZ

VORGELEGT VON

P. AURELIAN ROSHARDT, O. M. CAP.

AUS

RAPPERSWIL (KT. ST. GALLEN).

DRESDEN
DRUCK VON C. HEINRICH
1909.

Über die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen bei Pflanzen von niedrigem Wuchs.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT FREIBURG I. D. SCHWEIZ

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

VORGELEGT VON

P. AURELIAN ROSHARDT, O. M. Cap.

AUS

RAPPERSWIL (Kt. St. GALLEN).

DRESDEN
Druck von C. Heinrich
1909.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545307_0032

VITA.

Geboren den 15. Juli 1880 zu Rapperswil, Kt. St. Gallen, besuchte ich die Primar- und Sekundarschulen meiner Vaterstadt und hierauf das Gymnasium der P. P. Kapuziner in Stans, welches ich im Jahre 1898 absolvierte. In den Kapuzinerorden eingetreten, ließ ich mich nach Vollendung meiner philosophischen und theologischen Studien im Sommer 1905 an der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg (Schweiz) immatrikulieren, woselbst ich das Licentiatsdiplom erwarb. Ich belegte die Vorlesungen und Übungen folgender Herren Professoren: Baumhauer, Bistrzycki, Brunhes, Daniëls, Dhéré, de Girard, Glücksmann, Gockel, Kathariner, v. Kowalski und Ursprung.

Ihnen allen, sowie auch Herrn Privatdozent Dr. Gyr bin ich bleibend zu Dank verpflichtet.

Für den Herbst 1908 wurde ich zum Assistenten am botan. Institut der Universität ernannt, wofür dem hohen Staatsrat des Kantons Freiburg mein tiefgefühlter Dank ausgesprochen sei.

Über die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen bei Pflanzen von niedrigem Wuchs.

Von

P. A. Roshardt.

Mit 2 Abbildungen im Text.

Die Untersuchungen über die Betriebskräfte beim Saftsteigen hatten zunächst die Vorgänge in hohen Bäumen zu ihrem Gegenstand genommen. Hier trat das Ungenügende der „physikalischen Theorien" von Sachs, R. Hartig, Böhm u. a. am augenfälligsten zutage. Neben Westermaier (1883), Godlewski (1884) und Janse (1887) war es besonders Schwendener (1886, 1892, 1893), welcher die Mitwirkung lebender Zellen für die Wasserbewegung in stämmigen Bäumen mehr auf mathematischem Wege als Notwendigkeit nachwies.

Wie sich aber die Verhältnisse bei kleineren Pflanzen gestalten, darüber glaubte man vielfach nicht einmal Anlaß zur Fragestellung zu haben. Ganz abgesehen von jenen Physiologen, welche das Saftsteigen überhaupt als einen rein physikalischen Vorgang auffassen, gab es andere, welche zwar die Mitwirkung lebender Zellen für Bäume über eine bestimmte Höhe verlangten, dieselbe aber in niedrigen Pflanzen, wie Kräutern und Sträuchern, nicht zulassen wollten. Volkens hat zuerst diese Ansicht ausgesprochen. In seiner Abhandlung über Wasserausscheidung in liquider Form (1882) bemerkt er, „daß bei niedrigen Pflanzen Kräfte wie Wurzeldruck, Capillarität und durch negativen Druck hervorgerufene Saugung vollkommen genügen dürften, um das Aufsteigen des Wassers in den Gefäßen bis zum Gipfel zu erklären, bei hohen Bäumen aber dieselben Kräfte selbst in ihrer Gesamtwirkung bei weitem nicht ausreichen, um einen gleichen Effekt zu erzielen." (S. 17; vgl. auch S. 22.)

Diese Ansicht scheint meines Erachtens auch Schwendener zu teilen. Gelegentlich einer Kritik über die Abtötungsversuche einiger Autoren sagt er wörtlich (1892, S. 22): „Es ist jedoch

klar, daß ein getötetes, aber noch saftreiches Stengel- oder Wurzelstück, solange es nicht durch Thyllen oder Gummi verstopft wird, nach wie vor die Fähigkeit besitzt, Wasser in der Längsrichtung zu leiten, und daß diese Leitung in Wirklichkeit eintreten muß, sobald von dem einen Ende her Saugung stattfindet. Die dadurch veranlaßte Bewegung kann sogar eine recht ausgiebige sein, wenn das andere Ende mit einem Wasserreservoir in Verbindung steht, welches den nötigen Nachschub liefert. Ein solcher Pflanzenteil ist alsdann einem Lampendocht vergleichbar, der ja auch mit dem untern Ende in Flüssigkeit taucht, während die Flamme am oberen Ende den Verbrauch reguliert." Aus diesen Worten und den nachfolgenden Augaben dürfte sich ergeben, daß Schwendener für die Wasserbewegung in niedrigen Pflanzen, sowohl was die qualitative als auch die quantitative Seite des Vorganges anbelangt, rein physikalische Faktoren für ausreichend hält. Speziell für die Wirkung der Transpiration berechnet Schwendener ja als maximale Transpirationssaugung 4 bis 5 m. Janse (1887, S. 55) dagegen fand, daß selbst bei einer Druckdifferenz von 1 Atm. eine genügende Wassermenge nur auf 0,5 bis 1 m gehoben wird, und daß die Mitwirkung der lebenden Holzelemente notwendig angenommen werden muß für Dicotylen, welche 1 m und mehr hoch sind.

G. Haberlandt macht in seiner phys. Anatomie (1904, S. 283 und 284) eine ähnliche Unterscheidung wie Volkens, zieht aber die Grenze zwischen krautigen Pflanzen und Bäumen. Für jene sind seiner Ansicht nach der Wurzeldruck und die von den Blättern ausgehende osmotische Saugung unter gewissen Bedingungen vollkommend ausreichend, um den Vorgang der Wasserleitung genügend verstehen zu können; für hochstämmige Bäume dagegen hält er die nämlichen Kräfte für ungenügend.

Nach den vorliegenden Berechnungen und Versuchen ist also eine Unterscheidung nicht zu verwerfen. Selbst Godlewski (1884, S. 621) will seine Theorie nur auf Bäume, und wegen des analogen anatomischen Baues auf die Sträucher angewendet wissen. Wie sich die Sache bei den Krautpflanzen verhält, läßt er dahingestellt, bemerkt jedoch in Hinsicht auf das bekannte Experiment von Sachs (Vorlesungen, 1882, S. 330) mit abgeschnittenen jungen Halmstücken, „daß auch bei den Krautpflanzen die Mitwirkung des osmotischen Druckes in den oberirdischen Pflanzen nicht ausgeschlossen ist."

Wie nun die Verhältnisse bei niedrigen Pflanzen tatsächlich liegen, konnte also nur die experimentelle Forschung aufdecken, welche von Fall zu Fall zu entscheiden hatte, ob eine Arbeit der lebenden Stengelzellen im Spiele sei oder nicht. Eine Anzahl von Versuchen, welche Ursprung (1904, 1907 b) an Sträuchern und einigen Kräutern ausführte, hat denn auch Resultate im positiven Sinne ergeben und bereits etwelchen Aufschluß vermitttelt, welche Zellen hauptsächlich und in welcher Weise sie die Wasserleitung besorgen helfen.

Durch eine Bemerkung Ursprung's (1907, a. S. 42) veranlaßt, möchte die nachfolgende Arbeit die gemachten Versuche erweitern, um allenfalls zu erfahren, ob die Erscheinung, daß lebende und tote Elemente beim Wasserheben einander unterstützen, auch bei Kräutern und Sträuchern eine allgemeine sei, oder ob es Pflanzenarten und Individuen gebe, bei denen der Vorgang ohne die Mitbeteiligung lebender Zellen vor sich gehe.

Der Plan der Untersuchung ist kurz folgender: Bei einer großen Zahl verschiedener Arten wird am Stengel, Blattstiel oder an Zweigen und Ästen eine gewisse Strecke getötet und so im Bereich der saftleitenden Bahn eine Zone geschaffen, wo die Arbeit lebender Elemente ausgeschaltet ist und der Wassertransport allein von den physikalischen Faktoren bewältigt werden muß. Nachher beobachtet man, ob und wie lange genügende Saftmengen durch die getötete Strecke zu der transpirierenden Fläche strömen. Das sicherste Kriterium hierfür ist das Verhalten der Blätter. Bleiben diese frisch und zeigen sie gegenüber anderen Pflanzen derselben Art und desselben Standortes keinen Unterschied, so haben wir den sichern Beweis, daß genügend Wasser ohne die Lebenstätigkeit der im Versuchsgürtel gelegenen Zellen zur Verbrauchsstelle geschafft wird. Tritt aber Welken oder Verdorren der Blätter ein, so haben wir ein Zeichen dafür, daß die Wasserzufuhr ungenügend geworden ist. Diese Verminderung der Leitungsfähigkeit kann nun direkt von der Ausschaltung der lebenden Zellen herrühren; sie kann aber auch indirekt aus derselben hervorgehen, indem durch das Abtöten in der Pflanze Verhältnisse geschaffen werden, welche den Saftstrom hindern. Erst dann, wenn sich nachweisen läßt, daß sekundäre Ursachen nicht von Bedeutung sind und daß die Änderung im Saftstrom nur eine Folge von der Arbeitseinstellung der lebenden Stengelzone ist, folgt aus dem Experiment notwendig, daß die lebenden Zellen beim Saftsteigen mithelfen.

Inwiefern bei meinen Versuchen diese Bedingung verwirklicht wurde, soll im letzten Abschnitt erörtert werden; zuvor möge die Methode meiner Abtötungsversuche und das Verhalten der verschiedenen Pflanzen besprochen werden.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. A. Ursprung, spreche ich für alle Ratschläge, die er mir im Verlaufe der Untersuchungen zuteil werden ließ, meinen herzlichsten Dank aus.

I. Versuchsmethode.

Nach den vorgebrachten Bemerkungen ist es klar, daß nur intakte Pflanzen Verwendung finden durften, bei denen der organische Zusammenhang zwischen Wurzel und Stengel, zwischen Stengel und Blatt gewahrt blieb. Eine Öffnung der Leitungsbahnen würde die Druck- und Spannungsverhältnisse geändert, eine neue Absorptionsfläche geschaffen, überhaupt unnatürliche Zustände her-

vorgerufen haben. Es ist dies ein Fehler, der schon oft gerügt[1]) und oft begangen[2]) wurde.

Ebenso selbstverständlich ist, daß bei den Versuchen nicht bloß die qualitative, sondern auch die quantitave Seite des Wassertransportes berücksichtigt werden mußte. Denn mit der Tatsache, daß Wasser über die tote Strecke gehoben wurde, ist die Frage nach der Beteiligung der lebenden Zellen am Saftsteigen noch keineswegs beantwortet. Der Kernpunkt der Frage besteht ja gerade darin, ob die physikalischen Bedingungen allein den genügenden Wassertransport bewältigen können, ein Punkt, welcher ebenfalls von vielen hierher gehörigen Arbeiten[3]) nicht berücksichtigt wurde.

Um zu erfahren, ob und wie lange genügende Wasserquantitäten über die getötete Strecke gehoben werden, oder ob die Blätter nur von dem Wasservorrate in und oberhalb der getöteten Partie schöpfen und sich auf diese Weise eine zeitlang turgescent erhalten, schneidet man ganze Pflanzen über dem Boden ab, bezw. entsprechende Zweige oder Blätter, und vergleicht die abgeschnittenen und die abgetöteten Objekte. Die Differenz im Welken der Blätter gibt dann die Leistungstüchtigkeit der rein physikalischen Kräfte an.

Als Versuchsobjekt dienten Kräuter, Stauden und Sträucher, Vertreter unserer gewöhnlichsten Pflanzengattungen. Von jeder Spezies wurden gewöhnlich mehrere Versuche zu gleicher Zeit gemacht, oft deren zwanzig und mehr. Zu jeder Versuchsreihe kommen eine oder mehrere abgeschnittene Kontrollpflanzen bezw. -zweige oder -blätter. Die Schnittflächen wurden jeweilen sofort nach dem Abschneiden mit Asphaltlack, Paraffin oder Baumwachs verklebt. Die Kontrollpflanzen wurden nach Möglichkeit so gewählt, daß ihre Größen und Blattverhältnisse jenen der Versuchspflanzen selbst ähnlich waren. Das Abschneiden der Kontrollobjekte geschah nicht unter Wasser — einzelne vergleichende Proben ausgenommen —. Und dies aus folgendem Grunde: Beim Abschneiden unter Wasser hätte der allenfalls vorhandene negative Luftdruck in den Gefäßen ein Aufsaugen des Wassers in beträchtlicher Menge veranlassen und das Welken der Kontrollzweige über Gebühr verschieben können.

Das Alter der untersuchten Pflanzen aus derselben Spezies ist größtenteils das nämliche. Bedeutende Unterschiede werden bei der Besprechung der Versuche und in den Tabellen vermerkt. Die Zeit der Abtötungsversuche erstreckt sich über die Vegetationsperiode von 1907 und z. T. von 1908; die Dauer der einzelnen Versuche mit Kontrolle schwankte zwischen ein und acht Wochen.

[1]) Vgl. Ursprung (1904). — Schon 1864 hat Unger (Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pflanzen. XIII. Studien zur Kenntnis d. Saftlaufes in den Pflanzen. Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissenschaften. Bd. 44. [Sonderabdruck. S. 1 ff.]) auf die große Verschiedenheit der Wasseraufnahme und Wasserleitung abgeschnittener und unverletzter Pflanzen hingewiesen.

[2]) Aus diesem Grunde können die Versuche von Hansen (1883), z. T. auch jene von Janse (1887) und Strasburger (1891) übergangen werden.

[3]) Vgl. Ursprung (1904). — Jost, Physiologie. 1908. S. 84.

Die Untersuchungen wurden in einem geschlossenen Garten zu Freiburg ausgeführt, eine kleine Anzahl [1]) auf der Rigi, in der Umgebung von Rigi-Klösterli, in einer Höhe von 1600 bis 1700 m, eine weitere Anzahl im botanischen Institut in Freiburg, so z. B. alle Filtrationsbestimmungen und alle Versuche, wobei das aufgenommene Wasservolumen gemessen wurde.

Als Abtötungsmittel diente gewöhnlich Wasserdampf, in einigen Fällen kam auch Äther und Xylol zur Verwendung, in noch anderen wurden Pflanzen mit tiefen Temperaturen behandelt. Äther erwies sich für Krautpflanzen als weniger geeignet, indem sehr wahrscheinlich die Lösung mit dem Saftstrom in die Blätter stieg und die Blattzellen beschädigte. Deshalb mußten die Äther-Versuche mit *Convolvulus sepium*, *Cucurbita Pepo*, *Gnaphalium silvaticum*, *Alliaria officinalis*, *Galium aparine*, *Primula obconica*, *Achimilla coriacea* und *A. alpestris* und jene mit *Malva* als nicht beweiskräftig ausgeschaltet werden. Dasselbe gilt in beschränkterem Maße von Xylol als Abtötungsmittel, womit ich ähnliche Resultate erhielt bei *Begonia hybrida*, *Avena sativa* und z. T. bei *Impatiens sultani*. Bei mehreren Pflanzen, wie bei *Fragaria*, *Veronica hederifolia*, *Plantago*, *Campanula trachelium*, *Heracleum* wurde die Hubkraft der lebenden Elemente auch dadurch herabgesetzt, daß der Parenchymcylinder, welcher die Leitungsbahnen umschließt, entfernt wurde. Die Gefäße blieben dabei unverletzt, wie ich mich durch den mikroskopischen Einblick an Kontrollversuchen versichert habe und wie die ähnlichen Experimente Schimper's (1885) beweisen. Die freigelegten Leitbündel wurden mit Baumwachs, Asphaltlack oder Paraffin luftdicht gegen die Außenwelt abgeschlossen oder nackt gelassen. Dasselbe geschah bei den Versuchen mit Xylol, Äther und Wasserdampf. Äther und Xylol wurden zumeist mit einem Pinsel auf die Versuchszone aufgetragen, oder es wurde die Stengelpartie auf bestimmte Zeit in die Flüssigkeit getaucht.

Zum Abtöten mit Wasserdampf diente eine Eisenflasche, in welcher der Dampfstrom erzeugt wurde und welche mittelst Glasröhre und Schlauch mit einer Bleirohrgabel in Verbindung stand. Die Rohrgabel war derart gebogen, daß die Enden der Röhre diametral sich gegenüber fanden und bis auf ein oder zwei Zentimeter sich näherten. Dazwischen kam nun der Stengel zu liegen und durch langsames Auf- und Abbewegen des Rohres wurde die tödliche Operation in kurzer Zeit vollzogen. Bei Holzpflanzen umschloß ich die Versuchszone mit einem Messingrohr und ließ den Wasserdampf 15 bis 20 Minuten durch dasselbe strömen. Daß bei allen Abtötungsversuchen die Blätter und die Wurzeln vor den schädigenden Wirkungen des Dampfes sorgfältig geschützt wurden, bedarf kaum der Erwähnung.

[1]) Es sind dies die Versuche mit *Aconitum Napellus*, *A. lycoctonum*, *Alchimilla alpestris*, *A. coriacea*, *A. pubescens*, *Trifolium badium*, *Geranium silvaticum*, *Oxalis*, *Helianthemum*, *Rhododendron*, *Gentiana asclepiadea*, *G. lutea*, *Tussilago*, *Adenostyles*, *Senecio* und *Gnaphalium silvaticum*.

Nach dem Versuch wurden die Versuchsobjekte mit einer Marke versehen. Name, Standort, Größe der Pflanze, bezw. des Zweiges oder Astes und der abgetöteten Strecke, die Lage derselben, die Zahl und Größe der Blätter, sowie die Zeit des Versuches wurde vermerkt. Eine schematische Zeichnung ergänzte in den meisten Fällen die Beschreibung, was bei der Kontrolle sich als vorteilhaft erwies.

Bei der besonderen Beschaffenheit der krautigen Pflanzen war es gegeben, auf die Knickung der Stengel und Blattstiele und auf die dadurch bewirkte Verengung der Leitungsbahnen wohl zu achten. Ich habe hierauf Rücksicht genommen, indem ich bei sehr vielen Kräutern unverletzte Stengel einknickte und sie in scharfer Biegung festgebunden hielt. Diese Vorsicht erwies sich als überflüssig; denn in keinem Falle ist aus der Knickung ein sichtlicher Nachteil für die Wasserleitung hervorgegangen.

Für eine richtige Wertung der Versuche wollte ich mir einen Einblick in den Luft- und Wassergehalt der Gefäße verschaffen. Das konnte bei dem Umfang meiner Versuche allerdings nur in beschränktem und unvollkommenem Maße geschehen. Immerhin glaube ich, für meinen Zweck einige wertvolle Aufschlüsse erhalten zu haben. Die Art und Weise, wie die Bestimmungen ausgeführt wurden, ist folgende: Mit Schwendener's Doppelzylinder wurden an entsprechenden Individuen desselben Ortes von derselben Art 17 mm lange Stücke aus den Blattstielen oder Stengeln herausgeschnitten und rasch in Luft, ohne Deckglas, untersucht. Die Herstellung der Schnitte nahm nur wenige Augenblicke in Anspruch. Ein erster Blick in das Mikroskop zeigte, daß in vielen Gefäßen Luft und Wasser in Jaminschen Ketten sich fand. Die Länge dieser Säulen wurden mit dem Ocularmikrometer gemessen. Dieselben mit dem Zeichenprisma zu fixieren, war besonders bei reger Transpiration unmöglich. Sehr oft konnte ich überhaupt nur schätzungsweise vorgehen. Denn es dauerte oft nur wenige Sekunden und die Jaminschen Ketten veränderten sich. Führten die Gefäße homogenen Inhalt, so war nicht immer von vornherein zu sagen, ob er aus Luft oder Wasser besteht. In den meisten Fällen aber hob sich der Zweifel bald. Nach einigen Sekunden oder Minuten, oft aber auch erst nach 10 und 12 Minuten, konnte man beobachten, wie die Menisken der ganzen Gefäßlänge nach sanken, bald langsam, bald sehr schnell. Dieser Vorgang ließ keinen Zweifel, daß die genannten Gefäße ganz mit Wasser erfüllt waren. Zu bemerken ist auch, daß der Luft- und Wassergehalt sich nicht namhaft änderte, wenn die Schnitte statt in Luft in Wasser untersucht wurden.

Eine letzte Bemerkung betrifft die Messung des Filtrationswiderstandes bei *Aristolochia Sipho*, *Arunens silrester*, *Lycium barbarum* u. a. Die Bedeutung dieser Experimente wird anderswo besprochen; hier möge nur deren Verlauf beschrieben werden.

Ein genügend großer Wasserbehälter stand mit einem zusammenhängenden System von T-Glasröhren, die in gleicher Höhe angeordnet waren, so in Verbindung, daß direkt unter dem senk-

rechten Ausflußrohr der einzelnen T-Röhren ein Wasserdruck von ca. 125 cm herrschte. Mittelst dieser Einrichtung konnten zu gleicher Zeit über 20 Messungen vorgenommen werden. Das zu prüfende Zweigstück wurde mittels eines kurzen Schlauches an den Filtrationsstrom angeschlossen, nachdem dessen Länge und Dicke gemessen und die Schnittflächen an beiden Enden erneuert worden waren. Vor jeder Bestimmung wurde die Erneuerung der Schnittflächen wiederholt, da bekanntlich schleimige Substanzen, die beim Anschneiden aus den Zellen austreten, oder auch schleimige Produkte von Bakterien die äußersten Enden der Gefäße nach und nach verstopfen können (v. Höhnel, 1879, S. 319).

Die filtrierte Wassermenge wurde in einem Meßzylinder, an welchem noch $^1/_{10}$ cm^3 genau abgelesen werden konnte, aufgefangen. Als Filtrationsflüssigkeit wurde filtriertes Brunnenwasser benutzt, während die Filtrationsrichtung mit der des normalen Wasserstromes zusammenfiel.

II. Abtötungsversuche.

Die Abtötungsversuche erstrecken sich über 131 Arten[1]) und 59 Familien der Phanerogamen. Die Großzahl wurde an freiwachsenden Exemplaren ausgeführt, eine Reihe auch an Topfpflanzen, die im Zimmer gezogen wurden. In der folgenden Besprechung ordne ich die Versuche nach der systematischen Stellung ihrer Objekte. Innerhalb der einzelnen Familien aber lasse ich dieselben meistens so folgen, wie sie sich zeitlich aneinander reihen. Die Zahl, welche in Klammern der betreffenden Familie beigefügt ist, bezieht sich auf die entsprechenden Nummern der Belege, S. 42 ff.

A. Besprechung der einzelnen Versuche.

Gramineae. (1—12.)

Versuche wurden gemacht mit *Bromus sterilis, Bromus hordeaceus, Dactylis glomerata, Poa pratensis, Agropyrum repens, Glyceria plicata, Arrhenatherum elatius, Lolium perenne, Cynosurus cristatus, Secale cereale, Miscanthus polydactylos* Voss. und *Bambusa aurea* hort. Mit Ausnahme von *Secale, Miscanthus* und *Bambusa* wurden jeweilen 5 bis 10 gleichbeschaffene Halme auf dieselbe Länge abgetötet. Das Verhalten der Gräser war verschieden, trotzdem die Vertreter dieser Familie mehr als jeder anderen in ihrem morphologischen Bau übereinstimmten. Deutliches Welken war nur bei *Bromus hordeaceus* zu beobachten; bei anderen Spezies traten teils gelbrote Flecken auf, teils stellte sich gleichmäßige

[1]) Die Versuche mit Äther an *Galium aparine* u. *Gnaphalium silvaticum* sind hier mitgerechnet; ebenso die Xylolversuche mit *Avena sativa* u. *Impatiens sultani.*

Gelbfärbung der Blätter ein, worauf dieselben allmählich in den Zustand der Dürre übergingen. Im allgemeinen offenbarte sich der Wassermangel zuerst an den Blattspitzen, und zwar nahm die Verfärbung an den untern Blättern ihren Anfang. Die oberen welkten und dorrten zuletzt. Am längsten blieben die Halme wasserhaltig und an ihnen wieder die Blüten- und Fruchtähren und die Gelenkpolster. Oft kam der Wassermangel durch Falten und Aufrollen der Blätter zum Ausdruck (*Agropyrum*, *Bambusa*).

Wenn wir die Versuche mit 10 cm (bezw. 6 cm bei *Miscanthus*) langer toter Zone zusammenstellen und jenen Pflanzen, welche zuletzt dorrten, die ersten Plätze einräumen, so erhalten wir die folgende Reihe: *Bromus sterilis* (nach 17 Tagen dürr), *B. hordeaceus* (16 Tage), *Bambusa* (13 Tage), *Dactylis* (12– 14 Tage), *Glyceria* (10 Tage), *Poa* (9 Tage), *Lolium* (9 Tage), *Arrhenatherum* (ca. 8 Tage), *Miscanthus* (7 Tage), *Secale* (ca. 7 Tage).

Bei 20 cm langer abgetöteter Strecke ergibt sich, entsprechend geordnet, die folgende Zusammenstellung: *Agropyrum* (12—13 Tage), *Bromus hordeaceus* (12 Tage), *Bambusa* (10 Tage), *Glyceria* (8 Tage), *Poa* (5—7 Tage), *Miscanthus* (2—5 Tage bei 22 cm langer Zone).

Wollen wir bestimmen, wie lange genügende Wassermengen die tote Strecke durchströmten, so müssen wir die Empfindlichkeit der Blätter mit in Betracht ziehen. Sie ist am größten bei *Miscanthus;* die Kontrollpflanzen welkten am gleichen Tage, an dem sie abgeschnitten wurden und waren nach 2 Tagen dürr. In absteigender Linie folgen: *Arrhenatherum, Poa, Glyceria, Bromus sterilis, Agropyrum, Lolium, Bambusa, Secale, Dactylis, Cynosurus* und *Bromus hordeaceus.*

Somit dauert tatsächlich der Wassertransport über die 10 cm getötete Strecke am längsten bei *Bromus sterilis.* In fallender Linie folgen widerum *Bambusa, Bromus hordeaceus, Miscanthus, Arrhenatherum, Dactylis, Glyceria, Poa, Lolium.* Nehmen wir an, daß nur der Ausfall der lebenden Zellen dieses Kräftedefizit bedingte, und sehen wir von individuellen Verschiedenheiten ab, so haben wir in dieser Reihe die Gräser derart geordnet, daß jene die Reihe beschließen, deren vitale Kraftkomponenten für den Wassertransport am größten sind.

Sehr deutlich ist aus den Versuchen die Beziehung zu erkennen, welche zwischen der Länge der getöteten Strecke und zwischen der Zeit besteht, die bis zum Eintritt des Wassermangels verstreicht. Selbst bei geringem Unterschied in der Versuchszone ist sehr oft noch ein verschiedenes Verhalten der Pflanze zu beobachten, so daß der Satz allgemeine Geltung haben dürfte: Je kürzer die abgetötete Strecke gewählt wird, desto länger hält die Turgescenz der Blätter an; je länger aber die Zone ist, um so rascher tritt Wassermangel ein.

Araceae. (13.)

Versuchsobjekte waren kräftige Pflanzen von *Arum maculatum*, welche im Halbschatten von *Aesculus Hippocastanum* und *Sambucus*

ihre großen Blätter entfaltet hatten. Die Versuche wurden in 2 Reihen ausgeführt, die einen am 26. April, die anderen am 6. Mai. Als Abtötungsmittel dienten Äther, Xylol und Wasserdampf.

Während nun die abgeschnittenen Blätter nach 1, bezw. 2 Tagen welkten, erhielten sich die Blätter mit abgetöteten Stielen fast 9 Tage turgescent. Verstopfungen konnte ich nur einmal in einem einzigen Gefäß feststellen. Sie füllten aber das Gefäß nur zum Teile aus, so daß schon deshalb von einer Verminderung der Wasserleitung nicht die Rede sein kann. Oberhalb der Versuchszone fand ich sehr viel Stärke, welche hier sowie in den Blattnerven schon makroskopisch nachzuweisen war, man brauchte nur Schnitte aus den betreffenden Partien mit Jod-Jodkali-Lösung zu behandeln. An normalen Blättern und Blattstielen konnte das unbewaffnete Auge die Reaktion nicht wahrnehmen. Offenbar müssen die Assimilationsprodukte in Form von Stärke aufgespeichert worden sein, da ihre Ableitung durch den Tod der Stengelzellen unmöglich geworden war.

Knickung der Blattstiele ist für den Wassertransport ohne schädliche Einwirkung; denn mehrere unversehrte Blätter, deren Stiele in scharfer Kante festgebunden wurden, zeigten nach 14 Tagen nicht die geringste Spur von Welkerscheinungen. Dagegen konnte aber auch die Verkleidung der getöteten Zone mit Asphaltlack oder Paraffin das Welken nicht aufhalten, was ich durch mehrere Kontrollversuche feststellte. Ferner ist nicht zu verkennen, daß eine längere Versuchszone rasches Welken, eine kurze aber langsames Welken verursacht, wenn wir die Versuche mit ähnlichen Blattverhältnissen miteinander vergleichen und besonders den Anfangstermin des Dorrens ins Auge fassen. Das Verhalten der Pflanzen war ziemlich dasselbe, ob für das Abtöten Wasserdampf, Xylol oder Äther verwendet wurde. Ob die verschiedene Größe der Blattfläche das Welken verlangsamt oder beschleunigt, ist aus dem vorliegenden Material nicht zu ersehen.

Commelinaceae. (14.)

Aus dieser Familie wurde *Tradescantia viridis* abgetötet. Dies geschah teils mit Wasserdampf, teils mit Xylol, teils mit tiefen Temperaturen von — 7° bis — 10° C.. Bei 0° C. nahm die Pflanze keinen Schaden; denn obgleich mittelgroße Stengel auf 15 cm Länge volle 4 Stunden in schmelzendem Schnee gelegen hatten, trat eine Veränderung nicht ein. Die Anwendung der Temperaturen — 7° bis — 10° geschah in der Weise, daß der Zweig in ein Gefäß mit Schnee gelegt wurde, dessen Schmelzpunkt man mit Kochsalz erniedrigte und ca. 20 Minuten konstant erhielt.

Ich wiederholte die Versuche mit Temperaturen von — 0,5 bis — 1° C.

Alle Versuche, auch jene mit Xylol, stimmten miteinander überein. Nach ca. 5 Tagen welkten die Zweige, wenn die Zone 10, resp. 12 cm betrug; nach etwa einem Monat trat Dürre ein und

zwar begann die Verfärbung der Blätter unten und drang so langsam gegen die Sproßspitze vor, daß öfters 3 Tage bis 1 Woche verstrichen, ehe sie um ein Internodium weiter vorgeschritten war.

Ganz ähnlich verhielten sich die abgeschnittenen Zweige. Sie welkten nach 4 bis 5 Tagen, dorrten nach 27 bis 30 Tagen. Der Wassertransport ohne die Betriebskraft, die von den lebenden Stengelzellen stammt, ist also sehr gering. Das langsame Vordringen des Wassermangels ist von Glied zu Glied des Stengels deutlich zu verfolgen.

Es kommt diese Erscheinung durch das bekannte Wasserdeplacement zustande. Schneidet man nämlich — um das Experiment von E. Pringsheim (1906) zu wiederholen — den Stengel zwischen je zwei Blättern entzwei und hängt die einzelnen Stengelglieder mit dem zugehörigen Blatt im Zimmer frei auf, so bemerkt man, daß alle älteren Blätter gleichzeitig, die jungen aber schon vorher welken und dorren. Während also am vollständigen Zweig die älteren Blätter zugunsten der jüngeren Organe ihren Wassergehalt vermindern, tritt die Wasserarmut der jungen Blätter rasch zu Tage, wenn das Wasserdeplacement verhindert wird.

Zu bemerken ist noch, daß auch bei geringem Längenunterschied der abgetöteten Zonen ein verschiedenes Verhalten der Blätter, wenigstens was das Welken anbetrifft, sich bemerkbar macht. Verkleidung mit Asphaltlack, Paraffin oder Baumwachs dagegen ist ohne Bedeutung.

Liliaceae. (15—17.)

Aus dieser Familie wurden *Convallaria majalis*, *Hemerocallis fulva* und *Hostia plantaginea* Aschers. abgetötet, bei *Convallaria* und *Hostia* die Blattstiele, bei *Hemerocallis* teils einzelne Blätter, teils ganze Pflanzen mit Blättern und Blüten. *Convallaria* blieb sehr lange turgescent. Erst nach 20 Tagen traten deutliche Anzeichen des Wassermangels auf. Aber auch die Kontrollpflanzen blieben über 8 Tage hindurch vollkommen frisch. Die lange währende Turgescenz ist aber nicht einzig der Leistungsfähigkeit der physikalischen Faktoren zuzuschreiben. Sie vermochten nur etwa 8 Tage lang das Blatt in genügender Weise mit Wasser zu versehen. Trotzdem die Versuchszonen zwischen 1 und 6 cm schwankten, welkten und dorrten die Blätter ziemlich gleichzeitig.

Bei Hemerocallisblättern hingegen ist der Unterschied im Welken infolge ungleicher Versuchszone ins Auge fallend. Über die lange Strecke wurde 9 Tage lang, über die kurze sogar 14 Tage lang genügend Wasser geleitet. Der Wassermangel machte sich bei den einzelnen Blättern an deren Spitze zuerst bemerkbar und schritt langsam gegen die Basis vor. An den vollständigen Pflanzen, bei welchen die Länge der getöteten Zone zwischen 1 und 4 cm gewählt wurden, welkten zuerst die ältesten Blätter. Sie waren bereits dürr, als die jüngeren an der Spitze sich verfärbten und die Blüten noch in voller Turgescenz prangten.

Bei *Hostia* tritt deutliches Welken nur an den abgeschnittenen Kontrollblättern auf. Die anderen Blätter bleiben längere Zeit unverändert, um dann zu gelben und endlich zu dorren. Der Wassertransport und somit die Leistung der physikalischen Faktoren ist gering, wie sich aus den Tabellen ergibt. Die Bekleidung der getöteten Strecke ist hier wie bei *Hemerocallis* wirkungslos; ebenso das Einknicken der Blattstiele.

Amaryllidaceae und Iridaceae. (18—19.)

Es wurden Blätter von *Narcissus pseudonarcissus* abgetötet. Die Länge der Versuchszonen schwankt zwischen 6 und 15 cm, ist aber ohne bedeutenden Einfluß auf das Verhalten der Blätter geblieben. Die Kontrollblätter und die abgetöteten Blätter welkten fast zu derselben Zeit. Die lebenden Elemente mußten also bedeutende Betriebskräfte liefern. Allfällige durch Einbiegen bewirkte Verengung der Leitungsbahnen innerhalb der toten Strecke ist nach den Parallelversuchen mit normalen Blättern belanglos für den Wassertransport.

Bei *Gladiolus* spec. war ein deutlicher Unterschied im Verhalten der Blätter zu sehen, wenn der Pflanzenstengel auf kurze oder lange Strecke getötet wurde. Das Abtöten geschah mit Wasserdampf. Deutliches Welken, sowie ein Fortschreiten des Wassermangels von der Spitze bis zum Blattgrund, wie es bei den Gräsern und bei *Hemerocallis* zu beobachten war, tritt hier nicht auf. Bei 10 cm langer Versuchszone dauerte der Wassertransport zu den Blättern ca. 10 Tage an, bei 30 cm etwa 5 Tage.

Urticaceae und Cannabinaceae. (20—21.)

Von *Urtica dioica* wurden Blattstiele und Pflanzenstengel mit Wasserdampf abgetötet. Die Blätter welkten sehr rasch, die Sprossen langsamer, obwohl die Versuchszone im ersten Fall 2 bezw. 5 cm, im letzten Fall 60 cm betrug. Verkleidung mit Asphaltlack war ohne Wirkung. Bei allen Versuchen wurde nach dem Ausschalten der lebenden Zellen die Wasserleitung sehr rasch eingestellt.

Von *Cannabis sativa* wurden blattarme, männliche und blattreiche, weibliche Exemplare abgetötet. Die blattarmen Pflanzen blieben viermal solange turgescent als die blattreichen, auch wenn die abgetötete Strecke bei jenen bedeutend größer war als bei diesen. Es scheint also, daß bei der Hanfpflanze eine größere Blattfläche das Welken beschleunigt, daß Wasserverbrauch und osmotische Saugung der Blattzellen nicht parallel gehen, da Verstopfungen in keinem Falle nachgewiesen werden konnten. Allerdings trifft diese Annahme nur zu, wenn die Stengelzellen bei beiden Geschlechtern gleiche Arbeit leisten. Die abgeschnittenen Kontrollpflanzen waren schon 10 Minuten nach dem Öffnen der Leitungsbahnen welk, die abgetöteten Pflanzen 1—4 Tage nach dem Versuch. Die Wassermenge, welche ohne die Mitwirkung

der ausgeschalteten Stengelzellen gehoben wurde, erwies sich also sehr bald als ungenügend.

Von Interesse ist, daß an den Versuchspflanzen zuerst die oberen, dann die unteren Blätter welkten und daß die männlichen, blattarmen Individuen, obwohl sie lange nach den blattreichen ihre Turgescenz eingebüßt hatten, vor denselben dorrten.

Polygonaceae. (22—25.)

Die abgetöteten Objekte waren Stengel von *Rumex acetosa*, *Polygonum aviculare*, *Polygonum virginianum* L. und Blatteile von *Polygonum virginianum* und *Rheum undulatum*. Durchgehends ist sehr deutlich zu beobachten, daß die Länge der abgetöteten Strecke in umgekehrtem Verhältnis steht zu der Zeit, während welcher die Blätter turgescent bleiben. Im übrigen ist das Verhalten sehr verschieden. Am längsten bewahrten die Blätter von *Rheum* ihre Turgescenz, trotzdem die getöteten Partien sehr bald zusammenschrumpften. Bei 12 cm langer Versuchszone dauerte der Wassertransport in genügendem Umfange 12 Tage an, bei 2 cm langer Zone sogar 14 Tage. Die Arbeit der physikalischen Kräfte ist also sehr bedeutend, wenn wir *Rheum* mit *Rumex*, *Polygonum aviculare* und besonders *Polygonum virginianum* vergleichen. Bei der letzten Pflanze hielt die Wasserleitung sowohl in Blattstielen als in Zweigen kaum zwei Tage an, obwohl die getötete Strecke nur 2,5 cm betrug. Die Arbeit der lebenden Zellen ist also hier relativ die größte. In absteigender Stufe folgen *Rumex*, *Polygonum aviculare* und *Rheum*.

Caryophyllaceae. (26—27.)

Zu Versuchen wurden benutzt *Stellaria media* und *Möhringia trinervia*. An beiden Objekten wurde der Stengel auf bestimmte Länge mit Wasserdampf getötet. Der Boden, worauf *Möhringia* wuchs, war feucht und schattig, den ganzen Tag von der Sonne unberührt, während *Stellaria* in den ersten Vormittagsstunden dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt war. Die Versuche mit *Möhringia* sind deshalb interessant, weil sie zeigen, daß auch bei derselben Länge der getöteten Strecke, aber bei wechselnder Größe und verschiedenem Alter der Pflanze das Verhalten sehr ungleich ist. Sodann ist zu ersehen, daß ein seitlicher Wasseraustritt auch bei diesen zarten Pflänzchen nicht in Betracht kommt. In einem Falle (in der Tabelle an 3. Stelle angeführt), wo die getötete Zone näher der Sproßspitze lag, welkte die Pflanze bedeutend früher als bei ähnlichen Versuchen, die aber mehr an basal gelegenen Partien ausgeführt wurden. Ob dabei die Lage der toten Strecke diesen Unterschied bedingte, läßt sich nicht sagen. Im allgemeinen aber scheint es, daß eine jüngere Pflanze über dieselbe Zone länger Wasser zu heben vermag als eine ältere.

Ranunculaceae. (28—32.)

Aus dieser Familie wurden untersucht: *Ficaria verna, Anemone ranunculoides, A. nemorosa, Aconitum Napellus* und *A. Lycoctonum.*

Bei *Ficaria* welkten die Blätter ziemlich zu gleicher Zeit, obschon die getöteten Blattstielstrecken 9.5 cm und 13 cm betrugen. Die abgeschnittenen Blätter welkten nach 2 Tagen. Die von physikalischen Faktoren gehobene Wassermenge war sehr gering.

Viel größer war sie bei *Anemone nemorosa.* Hier rückten die Anfangstermine im Welken bei den abgetöteten und abgeschnittenen Pflanzen 5—6 Tage auseinander. Sehr deutlich war auch zu sehen, was für eine Wirkung das Abtöten auf das Wachstum der Pflanze ausübte. Während nämlich die normalen Pflanzen seit der Zeit, da die Versuche ausgeführt wurden, um etwa 4 cm sich verlängerten, blieben die abgetöteten Blattstiele und deren Blätter auf ihre ursprüngliche Größe beschränkt. Eine weitere Eigentümlichkeit von *Anemone nemorosa* bestand darin, daß bei eintretendem Wassermangel die Blüte zuerst welkte, während bei den meisten anderen Versuchen das Gegenteil eintraf.

Anemone ranunculoides welkte nach 3 bis 4 Tagen bei 4 und 7 cm langer Versuchszone, erholte sich aber wieder bei darauffolgendem Eintritt kühler Witterung und welkte endgültig nach 10 bezw. 11 bis 12 Tagen. Die verschiedene Wirkung ungleicher Versuchsstrecken ist weniger deutlich aus dem Welken als aus dem Dorren der Blätter erkennbar. Die Wasserleitung über die tote Strecke dauerte 5 bezw. 6 bis 7 Tage an.

Bei *Aconitum Napellus*, wo ebenfalls Blattstiele als Versuchsobjekte dienten, war der Längenunterschied der Versuchsgürtel zu gering, um einen verschiedenen Ausschlag zu bewirken; wohl aber war er deutlich zu sehen bei *A. Lycoctonum.* Die Erscheinungen des Welkens blieben bei beiden Pflanzen aus; auch die Kontrollblätter begannen ohne vorangehende Veränderungen an den Rändern zu dorren. Ganze Pflanzen von *A. Napellus,* deren Stengel auf ungefähr dieselbe Länge wie die Blattstiele getötet wurden, verhielten sich ähnlich wie die Blätter; der Unterschied im Dorren beträgt kaum 2 Tage. Zu erwähnen ist noch die auffällige Rotfärbung, welche bei *A. Napellus* auftrat.

Papaveraceae. (33—35.)

Untersucht wurden *Papaver rhoeas, P. somniferum* und *Chelidonium majus*, von der erstgenannten Spezies nur drei Exemplare, da mir augenblicklich keine größere Zahl zur Verfügung stand. Bei *Chelidonium* blieben die abgeschnittenen Objekte 7 Tage lang grün und turgescent. Die Pflanzen mit langen Versuchsstrecken waren niemals ausgesprochen welk. In einigen Fällen trat eine gelbliche Verfärbung ein, welcher aber der deutliche Ausdruck des Wassermangels erst lange nachher folgte. Anders verhielten sich die Pflanzen mit kurzen Versuchsgürteln. Sie welkten nach 12 bis 13 Tagen, verfärbten sich sodann, um erst nach 20—22 Tagen zu

dorren. Sowohl die abgeschnittenen wie die abgetöteten Pflanzen lassen Blatt für Blatt das Fortschreiten des Wassermangels von unten nach der Spitze hin erkennen. Die Kontrollpflanzen blieben 6 Tage frisch und dorrten erst nach 12 Tagen. Die Wasserleitung über die tote Strecke ging bei den Versuchen mit kurzer Zone 3 Tage lang in genügender Weise vor sich. Wie lange sie bei jenen mit größerer Strecke währte, läßt sich nicht sagen. Sehr wahrscheinlich aber wurde die Wasserzufuhr bald nach dem Abtöten eingestellt, da sich ungefähr zu gleicher Zeit wie bei den Kontrollpflanzen Wassermangel einstellte.

Von *Papaver rhoeas* und *P. somniferum* welkten die Kontrollpflanzen rasch. Bei größeren Exemplaren wurde über eine tote Strecke von 5 cm etwa 9 Tage lang Wasser gehoben, über eine Strecke von 30 cm hingegen nur 4 bis 5 Tage. Daß jüngere Pflanzen bei ähnlicher Versuchszone rascher welkten, und daß eine geringe Blattfläche das Welken aufschob, ist nichts Besonderes. Auffallend ist dagegen das Ergebnis mit einer Pflanze, welche, obwohl auf 36 cm abgetötet, dennoch länger als alle andern Objekte turgescent blieb. Da bei den andern Stengeln Verstopfungen fehlten, ist mir diese Erscheinung unerklärlich, es müßte denn die Versuchszone nicht vollständig getötet worden sein. Dies kann ich aber kaum annehmen, da die Pflanze genau so wie die anderen etwa 10 Minuten mit Wasserdampf behandelt worden war. Wesentlich ungleiche Luft- und Wasserverteilung wie in den anderen Objekten vorauszusetzen, liegt kein Grund vor, da die Operation mit allen Pflanzen zu gleicher Zeit vorgenommen wurde und da alle dieselben Erscheinungen der Wassersekretion zeigten. Die mikroskopische Untersuchung des Gefäßinhaltes war mir unmöglich, weil eine größere Zahl von *Papaver somniferum* von demselben Standort nicht vorhanden war.

Die Wassersekretion erwähnte ich deshalb, weil sie einigermaßen die mikroskopische Prüfung zu ersetzen vermag. Schon v. Höhnel (1879) hat darauf hingewiesen, daß am Abend, wenn die Transpiration aufgehört hat, Wasser in die Gefäße hineingepreßt wird und daß am frühen Morgen, bevor die Sonne ihre Wirksamkeit auf die Pflanzenwelt begonnen hat, alle Gefäße mit Wasser erfüllt sind. Volkens (1882) hat hierfür den experimentellen Beweis erbracht. Auch meine Bestimmungen, welche ich vor Beginn der Transpiration an einer Reihe von Pflanzen ausführte, stimmen mit Volkens Angaben überein. Wir dürfen also annehmen, daß, wenn zur Zeit der Abtötung auch ganz andere Verhältnisse in den Leitungsbahnen der genannten Mohnpflanze herrschten, diese sich doch während der Nacht ausgleichen mußten. Denn am Tage nach dem Abtöten zeigten alle Versuchspflanzen sehr deutlich die Wasserausscheidung, ein Zeichen, daß die Gefäße sich mit Wasser gefüllt hatten. Welche Umstände also diese Ausnahmestellung bedingten, muß der weiteren Untersuchung überlassen werden.

Hier sei noch Einiges über die Tropfenausscheidung mitgeteilt, das für unseren Zweck von Bedeutung ist. Der erwähnte Vorgang wurde darum genauer beobachtet, weil er imstande ist,

in mehrfacher Hinsicht wertvolle Aufschlüsse zu geben, auf die ich später zurückkomme. An Pflanzen, welche sehr deutliche Wasserausscheidung aufwiesen, wurden die Tropfen am frühen Morgen durch einen leichten Schlag auf die Blätter entfernt. Nach einer Stunde hatten sie sich bereits neu gebildet, genau an den Stellen, wo sie zuerst gefunden wurden, an den Wasserspalten. Sie strahlten in der Morgensonne wie Perlen an den Zacken der Blätter. Gegen Abend hin wurden die Pflanzenstengel auf bestimmte Länge mit Wasserdampf abgetötet und während der folgenden Tage die Blätter kontrolliert und die Zahl der abgeschiedenen Tropfen vermerkt. Um eine Grundlage für die Vergleichung zu haben, wurde die Zahl der Tropfen sämtlicher Blätter einer Pflanze nach einer Skala von 1—10 umgewertet. Der höchste Wert kam dabei jenen Pflanzen zu, welche im normalen Zustande die Sekretion an allen Blättern ausgeführt hatten.

So erhielt ich mit zwei Versuchsreihen, welche am 5. Juli und 23. Juli begonnen hatten, die folgenden in Tabelle 1 und 2 niedergelegten Werte:

Tabelle 1.

Abgetötet den 24. 7. abds.					Kontrolle auf Wassersekretion:										
Länge der Pflanze	Abgetötete Strecke	Lage derselben	Blattzahl	Verkleidung	Vor		Nach dem Abtöten mit Wasserdampf								
					23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	1. 8.	2.
	cm														
60	2	5-7 über Bod.	12	nackt	10	10	10		10	7	6-7		6	4-5	0
65	10	5-15	11	„	10	10	10		10	0	2-3		1	0	0
60[1])	—		12		10	10	10		10	9	10		10	9	10

Am 1. 8. unterste 2 Blätter dürr.

Am 1. 8. unterste 3 Bl. dürr, 5 weitere welk, nur die obersten noch turgescent.

[1]) Ist die Kontrollpflanze.

Tabelle 2.

Abgetötet den 5. 7. abds.					Kontrolle auf Wassersekretion:										
Länge der Pflanze	Abgetötete Strecke	Lage derselben	Blattzahl	Verkleidung	Vor		Nach dem Abtöten mit Wasserdampf								
					4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	
90	9	1-10 üb. Bod.	6	A-L	10	10		4	4	2	0	0	0		
50	3	1-4	7	A-L	10	10		5	8	10	2	1	0		
90	1,5	1-2,5	6	nackt	10	10		4	8	6	1-2	3	0		
95	—		7		10	10		8	8	10	10	8	8	6	
50	—		7		10	10		7	8	10	10	7	7	6	

Fumariaceae. (36.)

Aus den Versuchen mit *Fumaria officinalis* ergibt sich klar, wie eine längere getötete Partie des Stengels rasches Welken veranlaßt, eine kürzere dagegen erst nach längerer Zeit Wassermangel verursacht. Sofort nach dem Abtöten waren die Blätter welk, erholten sich aber bald wieder und blieben 6, bezw. 3 Tage lang turgescent, während die Kontrollpflanzen nach 1 Tag welkten. Die Wasserleitung dauerte also 5 und 2 Tage an, wenn die lebenden Stengelzellen ausgeschaltet waren.

Cruciferae. (37—42.)

Von den Versuchen mit *Cardamine pratensis, Capsella bursa pastoris* und *Raphanus sativus* kann ich nur Ergebnisse mit kürzeren Versuchsstrecken anführen. An der letzteren Pflanze wurden Blattstiele und Blütenstengel, an *Cardamine* und *Capsella* die Hauptstengel abgetötet. Ferner dienten aus dieser Familie zu den Versuchen Pflanzenstengel von *Alliaria officinalis* und Blattstiele von *Brassica oleracea* und *Cochlearia armoracia.*

Bei *Cardamine* offenbart die Länge des Versuchsgürtels nicht überall einen deutlichen Einfluß. Allerdings ist hierzu auch die Differenz zu gering. Der Wassertransport über die tote Strecke dauerte 4—6 Tage an.

An *Alliaria* war das Vordringen des Wassermangels von der Basis zur Spitze schön zu sehen. Unmittelbar nach dem Versuch waren alle Blätter oberhalb der getöteten Zone stark welk. Auch hier tritt der Einfluß der verschiedenen Versuchszonen nicht besonders deutlich zutage, wenigstens in den Erscheinungen des Welkens. Die Wasserleitung ohne die Mitwirkung der lebenden Stengelzellen währte ungefähr 3 Tage.

Capsella verhielt sich wie die vorigen Spezies; die Wasserleitung dauerte 5 Tage fort.

Bei *Raphanus* ist der große Unterschied bemerkenswert, der zwischen Blättern und Blüten besteht, obwohl die tote Strecke fast dieselbe ist. Die abgeschnittenen Blüten hielten sich 3 Tage, die abgeschnittenen Blätter 2 Tage lang frisch, die abgetöteten Blütenstiele jedoch überdauerten die entsprechenden Blätter um volle 9 Tage. Die Bedeutung der lebenden Elemente muß also im Blattstiel viel größer sein.

Bei *Cochlearia* tritt die Wirkung verschiedener Versuchsstrecken deutlich hervor. Doch ist der verschiedene Ausschlag im Vergleich zur Längendifferenz gering. Die Wasserleitung ohne die Tätigkeit der lebenden Stengelzellen hält nur kurze Zeit an. Länger dauert sie bei *Brassica*, nämlich $7\frac{1}{2}$ Tage bei 12 cm langer Versuchsstrecke. Wasserausscheidung habe ich z. T. am 2. Tage nach der Abtötung noch beobachten können.

Saxifragaceae. (43—45.)

An *Ribes rubrum* und *R. nigrum* wurden Blattstiele, an *Philadelphus coronarius* drei Äste mit Wasserdampf abgetötet, wo-

von einer auf 30 cm. Schon nach 4 Stunden welkten die Blätter dieses Astes; nach 3 Tagen waren sie dürr, zu gleicher Zeit wie der abgeschnittene Ast. Die Blätter der anderen Äste dagegen, die auf 6 cm getötet waren, blieben 11 Tage turgescent. Bei genauer Untersuchung ergab sich dann, daß wahrscheinlich während des Versuches an dem Astgrunde des ersten Objektes ein kleiner Riß entstanden war, wodurch etwa ein Drittel der Leitungsbahnen geöffnet wurde. Die noch bestehende Verbindung genügte aber nicht mehr, auch nur für ganz kurze Zeit die nötigen Wassermengen zu leiten. Der Riß allein scheint mir aber nicht die einzige Ursache des so raschen Welkens zu sein. Denn nach den Untersuchungen von Ursprung (1907 b) hätte voraussichtlich der noch unversehrte Teil der Leitungswege genügt, wenigstens für einige Zeit ausreichende Wasserquantitäten zu heben. Es dürfte wohl durch das Abtöten, bezw. Abkühlen eine abnormale Menge Luft in die Gefäße gedrungen sein und die Wasserleitung gehindert haben. Ein Kontrollversuch, den ich am 4. August des folgenden Jahres anstellte, bestärkte mich in dieser Annahme. Es wurden nämlich ca. zwei Drittel des Astquerschnittes durchsägt und mit Asphaltlack verklebt. Im Verlauf der ersten 13 Tage trat aber nicht die mindeste Veränderung ein.

Bei *Ribes* ist ein deutliches Welken nicht zu sehen. Die Kontrollblätter von *Ribes rubrum* dorrten um 1 bis 2 Tage vor jenen von *R. nigrum*. Da ihr Verhalten sonst dasselbe ist, muß die Arbeit der lebenden Zellen bei *Ribes nigrum* etwas größer sein. Schon bei geringen Differenzen in der abgetöteten Zone ist die Wirkung derselben im ungleichzeitigen Dorren zu sehen.

Rosaceae. (46—56.)

Aus der Gruppe der Spierstauden dienten zu Versuchen *Spiraea Thunbergii, Filipendula lobata, Spiraea japonica, Sp. Douglasii*. *Spiraea Thunbergii* welkte bei langer Versuchszone rascher als bei kurzer, wenn die Belaubung und der Bau des Astes übereinstimmten. Äste mit kräftigen Seitensprossen scheinen bei derselben Blattzahl und derselben Länge der getöteten Zone im Vorteil zu sein gegenüber Ästen ohne Seitenzweige. Das Welken begann an der Spitze der einzelnen Blätter, und zwar welkten die oberen Blätter zuerst, nachdem die Blüten schon zuvor den Wassermangel geoffenbart hatten. Die Hauptsprosse blieben am längsten turgescent; die Nebensprosse hingegen wurden rasch welk. Der Vergleich mit den Kontrollästen zeigt, daß die Wasserleitung über längere Zonen ziemlich lange anhält.

Von *Filipendula* wurden grundständige Blätter zu den Versuchen genommen. Die Wasserleitung über die toten Strecken war sehr gering. Versuchspflanzen sowie Kontrollblätter waren nach 5 Tagen dürr oder welk. Bei langer Zone war kein Welken zu beobachten, wie es auch an den abgeschnittenen Blättern aus-

blieb. Die Verkleidung mit Asphaltlack hält das Welken oder Dorren nicht auf.

Auch bei *Spiraea japonica* und *Sp. Douglasii* war kein deutliches Welken zu sehen. Die Blätter rollten sich erst spiralig ein, um dann zu dorren. Vor den Blättern hatten die Blüten unter dem Wassermangel zu leiden. Beide Arten lassen deutlich den Einfluß der ungleichen Länge der getöteten Strecken auf das Welken erkennen. Die Wasserleitung durch die toten Partien währte z. T. noch länger als bei *Spiraea Thunbergii* und *Filipendula*.

Verstopfungen wurden bei diesen Holzpflanzen keine gefunden, außer bei *Spiraea Thunbergii*, jedoch in so geringer Menge, daß es zweifelhaft erscheint, ob dieselben nicht schon vor der Abtötung bestanden. Auch an Kotrollästen fanden sich einige verlegte Leitungsbahnen.

Aus der Gruppe der *Potentilleae* wurden *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus* und *Geum urbanum* zu den Versuchen benutzt.

Von *Fragaria* wurden Blattstiele und Ausläufer mit Wasserdampf abgetötet. Die Ausläufer waren von bedeutender Länge und hatten bereits ziemlich große Blätter getrieben, aber noch keine Wurzeln. Die Wasserversorgung des jungen Schosses mußte also von der Mutterpflanze besorgt werden. Sowohl im Blattstiel als im Ausläufer dauerte die Wasserzufuhr durch die tote Strecke zum Blatt geraume Zeit an, in den Ausläufern sogar 5 bis 6 Tage bei 37 cm Versuchszone. Beide Arten von Versuchen zeigen deutlich, daß die verschiedene Länge der ausgeschalteten Partie lebender Stengelelemente wesentlich das Dorren beschleunigt oder aufhält. Die Verkleidung dagegen ist ohne Bedeutung und folglich die seitliche Wasserabgabe gering.

An *Fragaria* machte ich analoge Beobachtungen inbezug auf die Wassersekretion wie bei *Papaver somniferum*. Eine große Anzahl Blätter, welche am 23. und 24. Juli sehr reichlich Tropfen ausschieden, wurden bezeichnet, um dann auf eine bestimmte Blattstiellänge abgetötet zu werden. Daß es sich hier nicht etwa um Taubildung handelte, sondern um eine Wasserausscheidung durch die Hydathoden, machte schon das auf bestimmte Stellen beschränkte Auftreten und die Größe der Tropfen wahrscheinlich. Mit Filtrierpapier entfernt, hatten sich die Tropfen im Verlauf einer Stunde erneuert. Um die Größe der Wasserausscheidung vor und nach dem Abtöten zu vergleichen, bin ich ganz analog wie bei *Papaver* verfahren und habe auch dieselben Resultate erhalten. Durch das Abtöten einer langen Partie des Blattstieles wurde die Wasserausscheidung bald eingestellt, durch das Ausschalten einer kurzen lebenden Strecke aber erst nach mehreren Tagen. Doch nimmt hier die Tropfenbildung schneller ab als bei *Papaver*, wie aus der nachfolgenden Tabelle 3 hervorgeht. Knickung der Blattstiele hemmt die Tropfenausscheidung nicht und ist überhaupt für die Wasserleitung ohne Belang; ebenso wenig die Verkleidung der Zonen.

Tabelle 3.

Abgetötet den 24. 7., abends 4 U.				Kontrolle der Wassersekretion:								
Länge des Blattstieles	Abgetötete Strecke	Blattverhältnisse	Verkleidung	Vor		Nach dem Abtöten der Blattstiele mit Wasserdampf						
				23.	24.	25.	27.	28.	29.	30.	31.	
23	12	Bl.-Fläche 3 : 6	nackt	10	10	2	2	0	0	0		
25	19	3 : 5	„	10	10	2	2	0	0	0		
23	3	3 : 5	„	10	10	4	3	2	0	0		
22	2	6 : 4	A-L	10	10	3	2	0	2	0		
12	geknickt	4 : 3	nackt	10	10	10	10	9	10	9	9	
25	—	5 : 3,5	„	10	10	10	10	8	8	10	8	

An *Rubus idaeus* machte ich u. a. folgende Versuche: Ich tötete ein und dieselben Zweige an zwei verschiedenen Stellen auf etwa 15 cm ab: die eine lag ca. 10 cm über dem Boden, die andere 75 cm. Die Sproßspitze, welche also oberhalb der beiden toten Gürtel lag, welkte nach 6 Tagen, die Strecke zwischen den beiden Versuchszonen nach 12 Tagen. Hieraus ergibt sich, daß Verstopfungen das Welken nicht verursacht haben. Denn wäre dies wirklich der Fall, so müßten sie natürlich in beiden Versuchszonen auftreten: dann wäre aber der Unterschied im Welken der beiden Partien nicht möglich. Die mikroskopische Untersuchung bestätigte übrigens, daß in keiner Zone Verstopfungen vorhanden waren. Die Wasserzufuhr, über die untere tote Strecke wenigstens, mußte bedeutend sein, da die abgeschnittenen Kontrollpflanzen schon nach 3 Tagen welkten.

Von *Geum urbanum* wurden Blattstiele auf 10 cm, 7 cm und 2 cm abgetötet. Die Pflanzen hatten etwas feuchten Standort. Dennoch welkten die Blätter in den beiden ersten Fällen nach 3 Tagen, bei 2 cm Versuchsstrecke aber erst nach 14 Tagen. Die Kontrollblätter waren am zweiten Tage nach dem Abschneiden welk. Es war also bei kurzer Zone die Arbeit der noch tätigen Kräfte lange ausreichend, während der Ausfall einer längeren Stengelpartie sich rasch bemerkbar machte.

Weitere Versuchsobjekte aus der Familie der *Rosaceae* waren *Aruncus silvester* und einige Alchimillaarten. An *Aruncus* wurden die Stiele von sehr großen Blättern getötet. Bei 17 cm langer Zone begannen die Blätter nach 9 Tagen zu dorren, bei 3 cm nach ca. 14 Tagen. Die abgeschnittenen Kontrollblätter waren 2 Tage nach der Operation welk, 5 Tage nachher dürr. Die Wasserleitung durch den toten Blattstiel hielt also 4 bis 10 Tage an.

Die Versuche mit *Alchimilla* waren teils Abtötungsversuche mit Wasserdampf (*A. alpestris, A. pubescens*), teils Versuche mit Parenchymentfernung (*A. alpestris* und *A. coriacea*). Überall wurden dieselben an Blattstielen ausgeführt. An *A. alpestris* konnte deutliches Welken nicht beobachtet werden, wohl aber bei den übrigen Arten. Am längsten wird ohne die Mitwirkung lebender

Stengelzellen Wasser gehoben bei *A. alpestris;* am schnellsten wird der Vorgang unterbrochen bei *A. pubescens.* Bei *A. alpestris* und *A. coriacea* trat auf der Blattunterseite intensive Rotfärbung auf; bei *A. pubescens* blieb sie aus. Diese Beobachtung ist darum erwähnenswert, weil bei *Hieracium pilosella, Heracleum sphondylium* u. a. die Rotfärbung auf jene Blattstellen beschränkt blieb, welche direkt vom Sonnenlichte getroffen wurden, gleichgültig ob es die Blattunterseite oder die Blattoberseite war. Bemerkt sei noch, daß die verschiedene Ausschaltungsweise der lebenden Zellen dieselben Wirkungen erzielte.

Papilionaceae. (57—60.)

Aus dieser Familie wurden untersucht: *Trifolium pratense, Pisum sativum, Trifolium badium* und *Phaseolus multiflorus.*

Bei *Trifolium pratense* veranlaßt schon eine kleine Differenz in der Versuchsstrecke schnelles oder langsames Welken. Die Verkleidung mit Asphaltlack ist nicht von Belang. Das Welken an den abgeschnittenen Kontrollpflanzen wurde bei der Kontrolle übersehen, dürfte aber, nach später gemachten Beobachtungen am 2. oder 3. Tage nach dem Abschneiden erfolgt sein. Da die Versuchspflanzen bei 13 cm langer abgetöteter Zone ca. 14 Tage turgescent blieben, ist die Wasserleitung ohne die lebenden Stengelelemente bedeutend. Bei Eintritt des Welkens beginnen die obersten Blätter den Wassermangel zu zeigen, welcher in basipetaler Richtung langsam vordringt. Zu allererst aber welkten die Blüten.

An den mit Wasserdampf getöteten Objekten von *Pisum sativum* erfolgte das Welken in umgekehrter Richtung. Die Pflanzen mit kurzer Zone hielten sich lange frisch, um dann rasch zu welken und sich zu verfärben. Schließlich holten sie die Versuchspflanzen mit langen Zonen ein, so daß ihre obersten Blätter gleichzeitig dorrten. Die abgeschnittenen Kontrollpflanzen welkten rasch; schon $^3/_4$ Stunden nach dem Abschneiden waren die jüngsten Blättchen schlaff herabhängend. Dann aber zeigte sich der Wassermangel an den unteren Blättern, welche innerhalb 6 Tagen dorrten, während die oberen immer noch grün und wasserhaltig blieben und nach 9 Tagen dorrten. Die Blüten welkten nach den Blättern.

Bei *Trifolium badium* vermochte wohl die ganze Pflanze über die getötete Strecke noch eine Zeit lang Wasser zu heben; anders verhielt sich das einzelne Blatt, welches mit dem Kontrollobjekte keine bedeutende Differenz aufweist.

Phaseolus multiflorus war imstande, den Wassertransport über tote Blattstielzonen 4 bis 7 Tage zu unterhalten, je nachdem deren Länge gewählt wurde. Die Blätter dorrten wie bei *Pisum* trotz verschiedener Versuchsstrecke zur gleichen Zeit. Die Verkleidung mit Asphaltlack verschob den Zeitpunkt des Welkens nicht.

Versuche, die mit Xylol an Pflanzenstengeln ausgeführt wurden, veranlaßten bei 10 cm langer Versuchszone im Verlauf von 2 Tagen Wassermangel. Die Wasserleitung dauerte fast ebenso lange an.

Geraniaceae. (61—64.)

Geranium robertianum war bereits 15 Minuten nach dem Abtöten des Stengels welk, erholte sich aber wieder. Die abgeschnittenen Kontrollpflanzen welkten noch innerhalb kürzerer Zeit. Da die Versuchspflanzen erst nach 8 und 10 Tagen endgültig welkten, läßt das Experiment auf eine bedeutende Leistungsfähigkeit der rein physikalischen Faktoren schließen.

Bei *Geranium dissectum* ist der geringe Zeitunterschied im Welken auffallend, trotzdem die Versuchszonen sehr ungleiche Länge besaßen. Die Pflanzen mit 32 und 27 cm langer Zone welkten aber doch einige Zeit vor jenen mit einer Versuchsstrecke von 2 cm. Verkleidung der Versuchsstrecken war ohne Belang.

Bei *Geranium silvaticum* trat kein Welken auf. Die ersten Zeichen des Wassermangels, die sich bei 11 cm langer Versuchszone nach 5 Tagen offenbarte, bestanden in gelben Flecken auf der Blattfläche oder in einer ausgeprägten Rotfärbung derselben. Die Wasserleitung über die getöten Strecken wird ungefähr ebenso rasch eingestellt wie bei *G. dissectum*.

An *Pelargonium zonale* wurden Blattstiele und Blütenschäfte zu Versuchen benützt. Bei gleicher Versuchszone welkten die Blüten zuerst. Aus den Versuchen mit Blattstielen ist die verschiedene Einwirkung ungleicher Zonen leicht zu erkennen. Die Wasserleitung durch dieselben hielt im günstigsten Falle 7 Tage an. Oberhalb der getöteten Zone konnte man eine große Masse angehäufter Stärke feststellen.

Tropaeolaceae. (65.)

Es wurden Experimente gemacht mit Blattstielen von *Tropaeolum majus*. Eine 22 cm lange mit Wasserdampf abgetötete Strecke veranlaßte schon nach 3 Tagen Welken der Blätter, eine solche von 7 cm nach 11 Tagen. Die verschiedene Einwirkung ungleicher Versuchszonen ist leicht zu erkennen. Bei den Versuchen mit Xylol ging das Welken rascher vor sich. Vielleicht haben dabei die verschiedenen äußeren Umstände fördernd mitgewirkt. Über lange Zonen wurde bei beiden Versuchsreihen unbedeutend Wasser gehoben.

Oxalidaceae. (66.)

Versuche wurden gemacht mit *Oxalis acetosella*. Dabei diente Äther und Xylol als Abtötungsmittel. Im ersteren Falle konnte ich hübsch beobachten, wie die Blättchen — durch das Reiben mit dem Pinsel veranlaßt — Schlafstellung einnahmen, sich aber wieder aufrichteten und erst nach 4 Tagen welkten. Bei den Versuchen mit Xylol, die im Zimmer ausgeführt wurden, konnte ich diese Variationsbewegungen nicht feststellen. Wenn wir die verschiedenen äußeren Bedingungen in Betracht ziehen, so dürfte die Wasserleitung bei beiden Versuchsreihen gleich lange angedauert haben.

Euphorbiaceae. (67.)

Untersuchungsobjekte waren kleinere Pflanzen von *Euphorbia peplus*, welche kurz über dem Boden auf 3, bezw. 9 cm abgetötet wurden. Die erste Versuchsreihe war nach 8, die zweite nach 6 Tagen welk, die Kontrollpflanzen nach 1—2 Tagen. Die Wasserleitung dauerte also 5—7 Tage an.

Vitaceae. (68—69.)

Vitis vinifera und *Ampelopsis quinquefolia* waren die Versuchspflanzen. An *Vitis* habe ich Blattstiele mit Wasserdampf abgetötet auf 3, 5 und 10 cm. Die Blätter verhielten sich verschieden. Im allgemeinen trat das Dorren rascher ein bei langer Versuchszone. Welken wurde nicht beobachtet.

Von *Ampelopsis* wurden Blattstiele und Äste mit Wasserdampf abgetötet. Die Blätter der letzteren waren eben im Entfalten begriffen. Bei den Blattstielversuchen sind die Resultate eine Bestätigung der bereits gemachten Erfahrungen. Weniger eindeutig sind sie bei der andern Versuchsreihe ausgefallen, lassen aber dennoch deutlich erkennen, daß durch das Ausschalten einer größeren Partie lebender Zellen der Wassertransport sehr rasch eingestellt wird. Daß besonders auch hier große individuelle Verschiedenheiten in Betracht kommen, scheint mir schon ein Vergleich der Kontrolläste mit einem Versuchsast zu ergeben, der vor jenen welkte und dorrte. Bei 30 cm langer Versuchszone wurde die Wasserleitung sofort sistiert, bei 18 und 17 cm dagegen dauerte sie sehr lange an. In abgetöteten Ästen habe ich viele Verstopfungen gefunden, in Kontrollästen ebenfalls, wenn auch nicht so zahlreiche. Ein Schluß auf die Lebenstätigkeit der Astpartien scheint mir gleichwohl statthaft zu sein; denn in den kürzeren Zonen waren ebenfalls zahlreiche Leitungsbahnen verlegt und dennoch dauerte die Wasserleitung 18 Tage an.

Malvaceae. (70.)

An *Malva neglecta* wurden Versuche mit Wasserdampf, Äther und Xylol ausgeführt. Alle drei Abtötungsarten kamen bei Blattstielen zur Anwendung, an Zweigen und ganzen Pflanzen nur Wasserdampf allein. Jedesmal nach dem Versuch waren die Blätter stark welk und hingen schlaff herab, gleichviel ob die Ausführung des Experimentes in die frühen Morgenstunden oder in die Nachmittags- oder Abendzeit fiel. Sie erholten sich wieder, wenn die Blattstiele bezw. Stengel mit Wasserdampf, blieben aber welk, wenn sie mit Äther und Xylol behandelt worden waren.

Offenbar muß diese Erscheinung in den letzten 2 Fällen einer schädlichen Einwirkung des Äthers und Xyloles zugeschrieben werden. Zunächst liegt die Annahme vor, daß die giftige Lösung mit dem Transpirationsstrom in die Blätter stieg und die lebenden Blattzellen beschädigte. Die Resultate der Äther- und Xylolversuche ziehe ich deshalb nicht weiter in Betracht.

Eine Schädigung der Blattzellen liegt aber nicht vor bei den Versuchen mit Wasserdampf. Das Welken ist hier nur ein vorübergehendes, und nachdem sich die Blätter wieder erholt, sind sie tagelang frisch, ohne das geringste Zeichen erlittenen Schadens. Tötet man Blattstiele ab und verhindert man dabei das erstmalige Welken der Blätter — in einer Weise, die ich sofort erwähnen werde —, so welken diese endgültig zur selben Zeit wie andere Blätter, bei denen keine weiteren Vorsichtsmaßregeln getroffen wurden, wenn nur die abgetötete Zone und die Blattfläche übereinstimmend waren.

Schon die Tatsache, daß das Welken unmittelbar nach dem Versuch um so deutlicher auftrat, je näher die Versuchszone dem einzelnen Blatte gelegen war, legte die Vermutung nahe, daß diese Erscheinung durch das erwärmte aufsteigende Leitungswasser hervorgerufen werde. Hierfür dürfte auch das folgende Experiment sprechen. Es wurden 10 Minuten vor dem Abtöten ganze Zweige und einzelne Blätter in einen feuchten Raum gebracht, indem ich Gläser, die mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidet waren, über sie stülpte. Dann wurden die freien Stengel und Blattstiele auf relativ lange Strecken mit Wasserdampf getötet, die Gläser darauf entfernt und die Pflanze dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt. Es trat nicht im mindesten Welken ein. Das Wasser in den getöteten Zonen hatte sich bis zur erneuten Bewegung des Transpirationsstromes so weit abgekühlt, daß eine sichtbare Einwirkung auf die Blattzellen ausblieb. Dasselbe war der Fall, wenn die Blätter und Zweige durch Einlegen in nasse Tücher an der Transpiration gehindert wurden und dann der Sonne ausgesetzt blieben, obwohl benetzte und dann abgetrocknete Blätter stärker transpirieren als solche, die nicht benetzt wurden (F. Haberlandt, 1877).

Man könnte das erstmalige Welken einer Verschiebung der Luftsäulen in den Gefäßen zuschreiben wollen. Das scheint mir aber schon darum nicht angängig, weil die Gefäße am Morgen stets nur Wasser führen, das Welken aber deshalb nicht weniger deutlich auftritt. Ferner müßte besonders auch durch das Öffnen der Leitungsbahnen eine Verschiebung des Inhaltes stattfinden. Kontrollblätter welken aber erst 6 bis 9 Stunden nach dem Abschneiden.

Aus dem Vergleich der Versuchszweige mit den Blattstielversuchen ergibt sich, daß jene bei ungefähr derselben Länge des Versuchsgürtels 3–4 mal langsamer welken als einzelne Blätter. Da die Kontrollobjekte nicht bedeutend differieren, muß im einzelnen Blattstiel die Mithilfe der lebenden Zellen viel größer sein als im Hauptstengel. Verkleidung der Versuchsstrecken ist ohne Bedeutung.

Hypericaceae. (71.)

Die Versuche, welche mit *Hypericum patulum* angestellt wurden, zeigten deutlich, wie bedeutend unter Umständen die Arbeit der rein physikalischen Faktoren sein kann. Bei einer Versuchszone

von 13 und 17 cm blieben die großen, sehr empfindlichen Blätter volle 22 Tage turgescent; bei 1 cm Zone hielt die Turgescenz noch weitere 8 Tage an. Die Versuche zeigen aber auch, daß in jüngeren Pflanzen der Ausfall der Hubkraft viel schneller zutage tritt, wenn auch die Versuchszone viel kürzer ist. Die Arbeit der lebenden Stengelelemente muß also im Frühjahr bedeutend größer sein. Bei allen Versuchsreihen fand das Welken in der Richtung gegen die Sproßspitze statt. Es ging bei den Juli-Versuchen sehr rasch vor sich, bei den Mai-Versuchen viel langsamer, so daß es 2 oder 3 Tage benötigte, bis die oberen Blätter jene Welkerscheinungen zeigten, die an den untern bereits eingetreten waren. Die Wassersekretion an jungen Versuchspflanzen ließ sich 6 Tage hindurch beobachten.

Cistaceae, Violaceae, Begoniaceae. (72, 73 u. 74.)

Von *Helianthemum vulgare* wurden Zweige und ganze Pflanzen, von *Viola odorata* und *Begonia hybrida* hort. Blattstiele auf kürzere und längere Strecken abgetötet. Die Bedeutung der verschiedenen Länge der abgetöteten Zone auf die Wasserleitung ist überall deutlich zu beobachten. Die größte Arbeit der rein physikalischen Kräfte weist *Viola* auf; daselbst dauert der Wassertransport durch die Versuchszone 9 Tage an. Begoniablätter welkten bei 4 cm langer Zone nach 5 Tagen, dorrten aber erst nach 26 bis 30 Tagen. Die größte Tätigkeit der Stengelzellen zeigte sich bei den Versuchen mit *Helianthemum*, welche auf der Rigi ausgeführt wurden.

Die Versuche mit Xylol, welche ich mit Begoniablattstielen in großer Zahl anstellte, ergaben ein von den Experimenten mit Wasserdampf ganz verschiedenes Resultat, indem das Welken und Dorren rascher auftrat. Ich lasse dieselben hier unberücksichtigt aus den bereits erwähnten Gründen.

Onagraceae. (75—77.)

Zu den Versuchen dienten ganze Pflanzen von *Epilobium montanum* und *Onothera biennis*, sowie Blattstiele von *Circaea lutetiana*. Bei Epilobium wurde die Wasserleitung nach 3 Tagen eingestellt bei einer Zone von 12 cm, nach 5 Tagen bei 1 bis 2 cm langer Versuchsstrecke.

Bei *Onothera* dauerte sie 7 Tage lang an, wenn die Versuchstrecke 20 cm betrug, 14 Tage, wenn sie zehnmal geringer war. Eine Einwirkung der Asphaltlackverkleidung ist bei beiden Pflanzen nicht deutlich zu bemerken, da wir immer mit individuellen Verschiedenheiten rechnen müssen.

Bei *Circaea lutetiana* sind die Zonendifferenzen zu klein, um einen Unterschied im Welken zu bewirken. Die Arbeit der lebenden Stielzellen scheint bedeutend zu sein, da Kontrollblätter und Versuchsobjekte rasch nacheinander welkten.

An den Blättern von *Onothera* trat einige Tage vor dem Welken intensive ziegelrote Färbung auf, die aber auf jene Stellen beschränkt blieb, welche vom direkten Sonnenlicht getroffen worden waren.

Umbelliferae. (78—82.)

Versuchsobjekte waren Stengel von *Aethusa cynapium* und Blattstiele von *Aegopodium podagraria*, *Chaerophyllum temulum*, *Heracleum sphondylium* und *Anthriscus silvestris*. Alle Versuche wurden mit Wasserdampf ausgeführt, jene von *Heracleum* ausgenommen, wo an einer Anzahl von Blattstielen das Parenchymgewebe rings um die Leitbündel entfernt wurde.

An den abgetöteten Objekten von *Aegopodium* war kein Welken zu bemerken, wohl aber an den Kontrollblättern. Die Wasserleitung dauerte lange an, durch eine Versuchszone von 15 cm sogar 12 Tage. Kurz vor dem Eintritt des Dorrens stellte sich Rotfärbung der Blätter ein, die um so intensiver ausfiel, je kürzer die abgetötete Strecke war.

Bei *Chaerophyllum* blieb deutliches Welken an den abgetöteten Objekten ebenfalls aus. Die Leistungsfähigkeit der physikalischen Faktoren ist hier geringer. Denn die Wasserleitung über eine Strecke von 10 cm dauerte 6 Tage an. Die ersten Anzeichen des Wassermangels bestehen in der Gelbfärbung des Blattrandes, worauf unmittelbar das Dorren des Blattes vom Rande her beginnt. Die Kontrollblätter welken wie bei *Aegopodium*, bevor sie dorren.

Aethusa cynapium stellte den Wassertransport sehr rasch ein, wenn der abgetötenden Zone bedeutende Länge gegeben wurde. War sie aber kurz, so dauert er lange ungeschwächt fort. Da die Versuche vor der Zeit abgebrochen werden mußten, geben sie nicht die ganze Arbeits-Größe an, welche ohne die Tätigkeit der lebender Stengelzellen geliefert werde.

Bei *Heracleum* verhalten sich die Blätter ganz ähnlich, gleichgültig ob die Blattstiele mit Wasserdampf getötet oder ob die lebenden Partien zum größten Teil entfernt wurden. Nur färbten sich die der Sonne ausgesetzten Blattteile im letzteren Falle viel intensiver rot, welche Erscheinung das Welken begleitete oder ihm unmittelbar voranging. Daß das Ausschalten einer größeren Partie lebender Zellen die Wasserleitung bald zum Stillstand bringt, daß dieselbe aber um so länger anhält, je kürzer die Versuchszone ist, ergibt sich im allgemeinen auch aus den Versuchen mit *Heracleum*.

Dasselbe gilt für *Anthriscus silvestris*. Von dieser Spezies wurden jüngere und ältere Exemplare abgetötet. Deutliches Welken trat nur bei jenen ein. An den Kontrollblättern war ebenfalls kein deutliches Welken sichtbar. Der Wassertransport durch die 30 cm lange Strecke dauerte ca. 2 Tage, jene durch die 16 cm lange Zone ca. 10 Tage. Die Verkleidung der getöteten Strecken ist ohne Belang für den Wassernachschub.

Sehr deutlich ist die verschiedene Wirkung ungleicher Versuchsstrecken zu sehen an dem Vertreter der

Aristolochiaceae, (83.)

an *Aristolochia sipho*. Die Turgescenz der Blätter hielt bei 6 cm langer getöteter Astzone 5 bis 6 Tage an, bei 30 cm langer Zone

4 Tage. Die Kontrolläste welkten nach 1 Tag. Die Wasserleitung hielt im Vergleich zu den günstigen Leitungsverhältnissen nicht lange an. Adler (1892) hat für Gefäße von *Aristolochia sipho*, die mit 4 Jahren den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen, 210 cm Längenausdehnung gefunden. Für den Durchmesser der größeren Gefäße von Versuchsästen ähnlichen Alters habe ich als durchschnittlichen Wert 146 μ gefunden. Thyllen waren sowohl in unversehrten als abgetöteten Ästen in gleicher Menge vorhanden, während Verstopfungen an den Grenzen der lebenden Strecken fehlten. Aus all diesen Umständen ergibt sich, daß die physikalische Kraftkomponente allein ungenügend ist, die erforderlichen Wassermengen zu heben.

Ericaceae. (84.)

Die Versuche mit *Rhododendron hirsutum* verliefen resultatlos, da sie vor Eintreten des Welkens oder Dorrens aufgegeben werden mußten. Immerhin zeigen sie die große Genügsamkeit dieser Pflanze, da selbst der Kontrollast am 17. Tage nach dem Abschneiden vollständig unverändert war.

Primulaceae. (85—86.)

Zu den Versuchen dienten 3 Stöcke von *Primula obconica*. Es wurden die Blattstiele auf lange (10 cm) und kurze (2 cm lange) Strecken teils mit Wasserdampf, teils mit Xylol abgetötet. Die Ergebnisse sind ziemlich einheitlich ausgefallen, ob die tote Strecke verkleidet wurde oder nicht. Differenzen, wie sie Ursprung (1904, S. 151) erhielt, konnte ich nicht beobachten. Nach $1^1/_2$ bis 3 Tagen welkten die Blätter bei langer, nach 12—14 Tagen bei kurzer Versuchsstrecke. Der Wassertransport hielt 1 bis 13 Tage lang an. Gefäßverstopfungen konnte ich nicht nachweisen. Somit dürften auch diese Versuche für eine Beteiligung der lebenden Zellen sprechen.

Bei *Primula elatior* welkten Blätter mit kurzer und langer Versuchszone ziemlich gleichzeitig. Vielleicht würden zu einer früheren Zeit der Vegetationsperiode Differenzen auftreten, wie denn jüngere Pflanzen im allgemeinen eine deutlichere Reaktion auf die Länge der Versuchsstrecken zeigen. Der Wassertransport durch die getötete Zone ist hier unbedeutend; er dauert 1 bis $1^1/_2$ Tage bei einer Zone von 2 cm.

Oleaceae, Gentianaceae, Apocynaceae. (87, 88—89 und 90—91.)

An einem mittelgroßen Strauche von *Ligustrum vulgare* wurden zwei Äste auf 21 und 3 cm abgetötet. Die Abtötung geschah mit der Bleirohrgabel. Nach 3 Tagen welkte der erste Ast, nach 7 Tagen der andere; in keinem vermochte ich Verstopfungen nachzuweisen, die das Welken veranlaßt haben konnten. In einem Kontrollast fanden sich ebenfalls einige Leitungsbahnen verlegt. Die Be-

laubung der beiden Äste war ungefähr dieselbe. Durch die Ausschaltung der langen Strecke von lebenden Elementen wurde also ein großer Kräftemangel geschaffen, der die rasche Einstellung der Wasserleitung bewirkte.

Unter den *Gentianaceae* wurden *Gentiana asclepiadea* und *G. lutea* zu Versuchen ausgewählt. *G. lutea* wurde am Blattstiel und teilweise noch am Blatt auf einige Zentimeter abgetötet. Die verschiedene Länge der Versuchsstrecke hatte eine große Differenz im Welken zur Folge. Bei 9 cm dauerte die Wasserleitung ca. 1 Tag an, bei 3,5 cm bedeutend länger. *G. asclepiadea* wurde am Hauptstengel auf 29 und 5,5 cm mit Wasserdampf abgetötet. Die ersten Zeichen des Wassermangels stellten sich bei der langen Zone nach 6 Tagen ein, bei der kurzen nach 13 Tagen, während die abgeschnittene Kontrollpflanze nach 1 Tag welkte. Die Wasserarmut tat sich teils durch Einrollen, teils durch Verfärben der Blätter kund. Ohne die lebenden Stengelpartien vermochte die Pflanze während 5 bis 12 Tagen die Blätter genügend mit Wasser zu versehen.

Aus der Familie der *Apocynaceae* dienten *Vinca minor* und *V. major* zu Abtötungsversuchen mit Wasserdampf. An *V. minor* wurden die Stengel auf verschiedene Länge getötet. Wenn wir die Pflanzen mit größten und kleinsten Versuchsstrecken einander gegenüberstellen, so ist die verschiedene Wirkung derselben erkennbar, trotzdem deutliches Welken nicht eintrat, auch bei den Kontrollpflanzen nicht. Der Wassertransport über die 9 cm lange Versuchsstrecke muß offenbar bald eingestellt worden sein, da sich die ersten Zeichen der Wasserarmut an abgetöteten und abgeschnittenen Pflanzen gleichzeitig offenbarten. Die Arbeit der lebenden Stengelzellen wäre somit ganz bedeutend.

An *V. major* wurden mehrere Versuche mit 3 cm langer, einige mit 10 cm langer Versuchsstrecke gemacht und an einem Exemplar wurden in größeren Abständen dreimal je 2 cm lange Stücke abgetötet. Die oberste lebende Partie der zuletzt genannten Pflanze welkte nach 16 Tagen, die folgende nach 40 Tagen, die unterste nach 48 bis 49 Tagen. Der Versuch zeigt deutlich, daß Verstopfungen in den Gefäßen das verschiedenzeitige Welken nicht veranlaßt haben. Denn es wäre nicht begreiflich, wie die der untersten Zone zunächst folgenden Blätter sich mehr als $1^1/_2$ Monate turgescent bewahren konnten, besonders auch, wenn man bedenkt, daß die Pflanze gegen Wassermangel ziemlich empfindlich ist. Daß das Welken hier von oben nach unten erfolgt, ist ganz natürlich; denn der Kräfteausfall mußte sich in der obersten Partie, wo bereits über 3 tote Zonen Wasser gehoben werden mußte, zuerst fühlbar machen. Dagegen ist auffallend, daß die anderen Versuchspflanzen und die Kontrollpflanzen zuerst an den oberen Blättern welkten. Das geschah auch dann, wenn statt der großen Zweige junge Sprosse von 25 bis 28 cm Länge zur Verwendung kamen, welche Versuche ich ein Jahr später, am 19 Mai, anstellte. Durch diese Erscheinung veranlaßt, suchte ich das Welken abgeschnittener Zweige mehrmals genauer zu verfolgen. Stets welkten die oberen

Blätter zuerst. Beobachtete man aber die vom Zweige abgelösten Blätter, so erfolgte das Welken aller Blätter annähernd zur gleichen Zeit. Es scheint also hier eine Ausnahme von den Erscheinungen vorzuliegen, wie sie E. Pringsheim (1906) beobachtet hat.

Von größerem Interesse als die erwähnte Tatsache ist jedoch die andere, daß der Wassertransport über die getöteten Strecken sehr lange anhielt; im Gegensatz zu *V. minor,* wo er z. B. bei 10 cm langer Zone sofort eingestellt wurde, dauert er hier bei derselben Versuchszone 14 Tage an.

Convolvulaceae. (92.)

An *Convolvulus sepium* wurden Versuche mit Äther und Wasserdampf angestellt. Da die mit Äther behandelten Pflanzen bereits nach 3 Stunden bis $^1/_2$ Tag vollständig welk waren, also lange Zeit vor den abgeschnittenen Kontrollpflanzen, mußte offenbar die giftige Lösung in die Blätter gestiegen sein. Anders verhielten sich die mit Wasserdampf abgetöteten Pflanzen, die hier allein in Betracht kommen. Betrug der Versuchsgürtel 24 cm, so welkten die untersten Blätter am 4. Tage, betrug er aber 2 und 3 cm, so hielt die Turgescenz bedeutend länger an. Das Dorren erfolgte jedoch überall zu gleicher Zeit. Nach dem Ausschalten der lebenden Zellen im Stengel dauerte der Wassertransport ungefähr 3 oder 7 Tage an. Die Verkleidung mit Asphaltlack war ohne sichtbare Wirkung. Der Wassermangel offenbart sich zuerst an den untersten Blättern und schreitet sehr langsam gegen die Sproßspitze vor.

Borraginaceae, Verbenaceae. (93—94.)

An *Myosotis silvatica* wurden Stengel auf 23 cm und 5 cm mit Wasserdampf getötet. Nach 7 Tagen war die zweite Abteilung welk, die erste nach 3 bis 4 Tagen. Eine Verschiedenheit zwischen den oberen und unteren Blättern im Welken, wie dies bei Convolvulus eingetroffen war, habe ich hier nicht beobachtet. Dagegen verfärbten sich, besonders wenn eine kurze Versuchszone gewählt wurde, die Blüten und gingen vom hellen Blau in Rosa über.

Um zu erfahren, ob diese Erscheinung zufällig eingetreten war oder ihren Grund in der geringeren Wasserzufuhr habe, tötete ich in der nächsten Blütezeit 20 Pflanzen mit je 6 bis 9 Blütenstengeln ab. Sie standen mitten unter ihren Artgenossen und zeigten vor dem Abtöten nicht die geringste Verschiedenheit in der Blütenfarbe. Die jüngeren noch halb geschlossenen Blüten besaßen oft einen rötlichen Anflug, die geöffneten Blüten dagegen waren alle blau. Das Abtöten geschah am 19. Mai, abends 7 Uhr. Am 24. Mai, morgens 8 Uhr, waren die Blüten in ihrer Mehrzahl entweder ganz rosarot, oder sie hatten eine Übergangsfarbe von Blau zu Rot angenommen. Die unversehrten Pflanzen hatten ihre normale Blütenfarbe bewahrt. Am 25. Mai war die Farbenänderung

noch weiter gediehen. Von je 20 Blüten hatten 12 deutlich rosarote Blumenkronen, 5 hatten ihre Farbe nicht geändert, die übrigen 3 zeigten eine Mißfarbe von Weißblau und Rot.

Das Abtöten der Stengel war also der Anlaß zu der Verfärbung der Blüten. Welches die näheren Ursachen sind, läßt sich hier ebensowenig sagen, wie bei der Veränderung an den Blättern.

Verbena hybrida wurde auf 13 cm und 2,5 cm Länge abgetötet. Im ersten Falle welkte die Pflanze nach 2 Tagen, im zweiten Falle nach 9 Tagen. Die Kontrollpflanze war nach einem Tage welk, nach 3 Tagen dürr. Es ist also deutlich zu ersehen, daß durch das Abtöten längerer Zonen bedeutende Betriebskräfte ausgeschaltet werden.

Labiatae. (95—96.)

Aus dieser Familie dienten zu Versuchen *Stachys silvatica* und *Salvia officinalis*. Beide wurden am Stengel auf kürzere und längere Strecken mit Wasserdampf abgetötet.

Bei *Stachys* hielt die Wasserleitung 4 bezw. 8 Tage an, wenn die getötete Strecke 10. bezw. 7,5 cm betrug. Die Verkleidung mit Asphaltlack schob das Welken nicht auf. Die unteren Blätter welkten vor den oberen; die Blüten waren noch frisch, wenn die Blätter bereits dorrten.

Bei *Salvia* trat in einem Falle kein deutliches Welken ein. Es war dies eine Pflanze mit sehr vielen Blüten und wenig Blättern. An den übrigen drei Versuchspflanzen dagegen trat nach 8 bezw. 10 Tagen Welken ein, je nachdem die Versuchsstrecke 10 oder 2 cm betrug. Zwei Kontrollpflanzen, die eine mit geringer Blattzahl, die andere normal beblättert, welkten 2 bis 3 Tage nach dem Abschneiden. Die Wassermenge, welche ohne die lebenden Stengelzellen gehoben wurde, ist also verhältnismäßig groß.

Solanaceae. (97—101.)

Es wurden Versuche gemacht mit *Lycium barbarum*, *Physalis alkekengi*, *Petunia hybrida* hort., *Solanum tuberosum* und *Nicotiana tabacum*.

Von *Nicotiana* und *Solanum* wurden Blattstiele mit Wasserdampf behandelt. Es wiederholten sich die bekannten Erscheinungen, welche bei kurzer und langer Versuchszone sich einstellen. Der Wassertransport dauert nach dem Abtöten ziemlich lange an. Bei 2 Solanumblättern wurden je 4 Teilblättchen weggeschnitten, was ein längeres Anhalten der Turgescenz zur Folge hatte, obwohl die Versuchszone bedeutender war als bei den übrigen Versuchen. Daß eine geringe Blattfläche das Welken aufhält, zeigt sich ebenfalls in andern Versuchen mit *Solanum*, bei denen die unversehrte Blattspreite unbedeutende Größe hatte.

Physalis wurde am Stengel auf 2 cm und 18 cm Länge abgetötet. Im letztern Fall blieben die Blätter 10 bis 11 Tage turgescent, im ersteren Fall 19 Tage. Dann welkten die untersten

Blätter. Die Sprosse mit kurzer Versuchszone färbten sich zuvor rot, jene mit langer Versuchszone und mit rascherem Welken zeigten die Verfärbung erst nach dem Welken. Die oberen Blätter welkten erst längere Zeit nach den untern. Der Kelch, der zur Zeit der Fruchtreife bei normalen Pflanzen rot gefärbt ist, nimmt einige Zeit nach dem Versuch braune Farbe an. Auch hier ist die Rotfärbung der Blätter um so intensiver, je mehr diese dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt waren. Die allgemein gemachte Beobachtung, daß die größere Versuchsstrecke rasches Welken veranlaßt, wiederholt sich auch bei *Physalis*. Obgleich der Wassertransport über die Zone von 18 cm 8 bis 10 Tage anhält, ist er doch bedeutend größer bei der Zone von 2 cm; hier genügt er volle 18 Tage, um die Blätter turgescent zu erhalten.

Vor dem Abtöten wurden an allen Stengeln einige Blätter entfernt. Daß dieser Umstand für den Verlauf der Versuche nicht von Bedeutung war, zeigten mehrere Kontrollpflanzen, welche sich nicht im geringsten veränderten. Ohne Belang war auch die Verkleidung mit Asphaltlack.

Petuna welkte bei 2,5 cm langer Versuchszone nach 2 Tagen, bei 11 cm langer Strecke nach 1 Tag, also fast zu gleicher Zeit wie die abgeschnittenen Kontrollpflanzen Der Wassertransport nach dem Ausfall der lebenden Stengelzellen war also sehr gering.

Mehr als in einer Hinsicht interessant sind die Versuche mit *Lycium barbarum*. Es wurden Äste mit Wasserdampf abgetötet am 7. Mai 1907, am 8. Juli desselben Jahres, am 7. und am 11. Mai 1908, bald auf gleiche, bald auf ungleiche Länge, Äste mit ähnlichen und ganz verschiedenen Blattverhältnissen. Die Versuchspflanzen vom Mai verhielten sich in beiden Jahren übereinstimmend sehr lange turgescent. Viel rascher welkten die Versuche vom Juli, obwohl die abgetötete Zone um das Vielfache kürzer war. Der Ausfall der Hubkraft ist also zu verschiedener Jahreszeit verschieden. Im Mai dauerte die Wasserleitung über die 5 cm lange Zone ca. 20 Tage an, im Juli 5 Tage; bei 20 cm langer Versuchsstrecke welkten die Maiversuche nach 17 und 18 Tagen, die Juliversuche dagegen bei 4 cm langer Zone nach 6 Tagen. Dieses Verhalten läßt sich nicht auf etwaige Verschiedenheiten der Blattflächen zurückführen, zumal, wie folgende Versuche zeigen, die ungleiche Blattzahl den Termin des Welkens nicht verschiebt.

2 Äste desselben Stammes, wovon der eine 110 Blätter, der andere 17 Blätter trug, wurden auf 40 bezw. 38 cm Länge in derselben Höhe über der Astbasis abgetötet. Obwohl die Blattzahl der beiden Äste sich zueinander verhielt wie 1 : 6,5, so welkten die Blätter doch zu gleicher Zeit, und nach 17 Tagen begannen sie zu dorren. Die Kontrolläste welkten ebenfalls gleichmäßig, innerhalb 1 bis 2 Tagen.

Bemerkenswert ist folgende Erscheinung: Als ich am 12. Juli, abends zwischen 6 und 7 Uhr die Versuchspflanzen kontrollierte, waren 2 Äste von *Lycium*, die ich am 8. Juli, nachmittags abgetötet hatte, welk. Die Blätter, welche der Versuchszone am

nächsten waren, hingen ganz schlaff herab. Am Morgen des 13. Juli, bevor die stärkere Transpiration begonnen hatte, waren die Blätter wieder vollständig turgescent und hatten sich aufgerichtet. Hierdurch aufmerksam gemacht, beobachtete ich die beiden Äste täglich mehrmals. Am Abend des 13. Juli waren die Blätter neuerdings welk, wie am vorhergehenden Tage. Um mich zu versichern, daß die Taubildung das geschilderte Verhalten der Blätter nicht bedingt haben konnte, wurden entsprechende Zweige und einzelne Blätter von Individuen derselben Art unter Wasser abgeschnitten und, mit Asphaltlack verklebt, neben den Versuchsästen aufgehängt. Am 14. Juli morgens waren die abgeschnittenen Blätter und Zweige welk, die Blätter an den beiden Ästen hatten sich wieder erholt und ganz normales Aussehen angenommen. Dieses Welken und Turgescentwerden wiederholte sich am Abend des 14. und 15. bezw. am Morgen des 15. und teilweise am Morgen des 16. Juli; an letzterem Tage erholten sich nur die Blätter des einen Astes, die übrigen blieben welk. Aus dem Verlaufe des Experimentes geht hervor, daß sowohl die verminderte Transpiration als auch der Nachschub von Wasser über die getötete Zone an der Erscheinung beteiligt sind. Übernacht werden die Gefäße so weit mit Wasser gefüllt, daß des andern Tages, bei neu eingesetzter reger Transpiration, die Blätter mit den zu Gebot stehenden Wassermengen auskommen und erst gegen Abend hin ein Ausfall entsteht, der die Blätter zum Welken bringt. Erreicht die nachgeschobene Wassermenge ein bestimmtes Maß nicht mehr, so daß der Wassergehalt der Leitbahnen unter die zulässige Grenze sinkt, dann fallen die Blätter endgültig dem Welken anheim. Die Tatsache, daß die Blätter bei langer Versuchszone schneller zum Welken gebracht werden als bei kurzer getöteter Zone, schließt die Anwesenheit von Verstopfungen aus. Dies Argument gilt natürlich auch bei den andern Versuchen, so oft dieselbe Erscheinung wiederkehrt.

An *Lycium* ist das lebhafte Wachstum auffallend, das lange Zeit nach dem Abtöten andauerte und das ich mehrmals genauer beobachtet habe. Als Beispiel sei der in den Tabellen angeführte 75 cm lange, auf 28 cm mit Wasserdampf abgetötete Ast besprochen. Es bildeten sich nach dem Abtöten nicht weniger als 9 neue Triebe, mit einer Gesamtzahl von 127 normal entwickelten Blättern. Die neuen Schosse hielten sich länger als der Hauptast turgescent. Sogar 53 Tage nach dem Versuch fanden sich noch einige frische Blätter, während der Hauptast nach 20 Tagen an Wassermangel litt. Die ersten Zeichen desselben bestanden meistens in einer spiralen Aufrollung der Blätter, worauf das Welken erfolgte.

Ob die Bildung so zahlreicher Triebe ohne Zufuhr von plastischen Baustoffen durch die tote Strecke erfolgt ist, läßt sich natürlich nicht sagen. Nach den Untersuchungen Fischer's (1891) erscheint es aber nicht unmöglich, daß, durch die abnormalen Verhältnisse veranlaßt, die erforderlichen Substanzen mit dem Wasserstrom emporgeschafft wurden.

Scrophulariaceae. (102—105.)

Unter den Veronicaarten hielt sich bei gleich langer Versuchsstrecke *Veronica arvensis* am längsten turgescent. Der Wassertransport über die 2 cm lange Zone dauerte bei der genannten Pflanze ungefähr 14 Tage an, bei *V. hederifolia* 4 bis 6 Tage, bei *V. chamaedris* ungefähr 4 Tage. Bei der letztern Spezies ist deutliches Welken nicht zu beobachten. Auch an der Kontrollpflanze tritt es nicht ein. Der Unterschied im Verhalten der Pflanzen, der sonst bei verschiedener Länge der Versuchsgürtel auftritt, ist hier nicht besonders deutlich zu sehen. Bei *V. hederifolia*, wo Versuche mit Wasserdampf und Parenchymentfernung gleichzeitig angestellt wurden, verhielten sich die Versuchsreihen wesentlich gleich. Das Welken war in mehreren Fällen von einer Verfärbung der Blätter begleitet. *V. arvensis* wies rotbraune Blattunterseite auf, *V. hederifolia* dieselbe Farbe am ganzen Blatt.

Sehr intensiv und von ziegelrotem Tone war die Farbe der Blätter von *Verbascum lychnitis*, aber nur in den Fällen, wenn die Versuchsstrecke geringe Ausdehnung hatte, wo also die Blätter erst nach längerer Zeit welkten. Sehr deutlich ist der Einfluß von der Länge der getöteten Strecke zu beobachten. Das Welken begann an den basalen Blättern und schritt langsam nach der Sproßspitze vor. Die Blüten welkten zuletzt. Bei 25 cm langer Zone dauerte die Wasserleitung 2 Tage lang in genügender Weise an, bei 10 cm 5 Tage und bei 7 cm 7 Tage. Als am 13. Tage nach dem Abtöten die Versuche abgebrochen wurden, fanden sich in keinem Versuchsexemplar Verstopfungen.

Plantaginaceae. (106.)

Von *Plantago major* wurden Blattstiele teils mit Wasserdampf oder Äther abgetötet, teils wurden die Leitbündel des Stieles aus den Parenchymscheiden gehoben und so die lebenden Zellen von der Mitwirkung an der Hebearbeit ausgeschaltet. Die Resultate sind bei allen drei Versuchsmethoden wesentlich dieselben, wenn die Versuchszone gleiche Länge hat. Je kürzer dieselbe ist, um so länger wird das Blatt mit Wasser in ausreichendem Maße versorgt. Der Wassertransport dauert bei ca. 10 cm langer Versuchsstrecke 6 oder 7 Tage an, bei 3 bis 4 cm meistens 8 Tage. Verkleidung der toten Partien war ohne Bedeutung. Dem Welken ging eine ausgeprägte Rotfärbung der Blattfelder voran. Die Nervatur des Blattes hingegen blieb immer grün bis zum Eintritt der Dürre.

Caprifoliaceae. (107—111.)

Zu Versuchen mit Wasserdampf dienten *Lonicera caprifolium*, *L. tartarica*, *Diervilla florida*, *Symphoricarpus racemosus* und *Sambucus nigra*.

Von *Lonicera caprifolium* wurden Äste mit reicher und armer Belaubung abgetötet. Blattarme Äste schienen rascher zu welken

als blattreiche. Gleichartige Versuchsobjekte nähern sich in ihrem Verhalten einander, gleichviel ob die getötete Zone mit Asphaltlack bekleidet oder nackt gelassen wird. Bei 30 cm Versuchsstrecke wurden die Blätter 6 Tage lang mit Wasser versorgt, bei 8 cm 8 Tage, wobei aber die Blattzahl etwa achtmal kleiner war. Das Welken nahm seinen Anfang an den basalen Blattpartien und schritt langsam gegen die Spitze vor.

Sehr ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Lonicera tartarica;* das Welken begann aber am Sproßende.

Interessant ist diese Übereinstimmung darum, weil die beiden Spezies sehr ungleiche Gefäßweite aufweisen (Westermaier und Ambronn. 1881. S. 8.). Die entsprechenden Versuche der beiden *Lonicera* wurden an 2—3jährigen Ästen ausgeführt.

Bei *Dierrillea florida* hielt die Wasserleitung durch eine 28 cm lange Versuchszone 8 Tage an, bei 4 cm langer Zone 13 Tage, bei 12 cm 9 Tage.

Viel schneller wird sie eingestellt bei *Symphoricarpus.* Sie währte bei 27 cm langer Zone nur 2 Tage, bei 6 cm langer Zone 7 bis 8 Tage. Die unteren Blätter welkten zuerst.

Von *Sambucus* wurden zwei Versuchsreihen angestellt, die erste mit zweijährigen Ästen, welche ihre Blätter eben entfalteten; die andere mit einjährigen unverholzten Schossen, welche aus dem Fuße eines kräftigen Holunderstämmchens hervorgegangen waren. Der Standort der Versuchspflanzen ist halbschattig und etwas feucht. Die Äste mit halbentfalteten oder noch ganz kleinen Blättern verhielten sich verschieden. Eine verschiedene Einwirkung der kurzen und langen Versuchszonen ließ sich nicht erkennen. Sehr deutlich war sie dagegen bei den Versuchen mit den einjährigen Schossen und den wohlausgebildeten, großen Blättern zu ersehen. Die jüngeren Schosse welkten bei derselben Versuchsstrecke lange vor den älteren, während die entsprechenden Kontrollobjekte einen wesentlichen Unterschied nicht aufwiesen. Die durch das Abtöten ausgefallene Betriebskraft muß also in jüngeren Zweigen größer sein als in älteren. Dies gilt jedoch nur, wenn normale Blattverhältnisse vorhanden sind. Über die Versuche mit halbentfalteten Blättern läßt sich nichts Bestimmtes aussagen.

Adoxaceae. (112.)

Adoxa moschatellina, deren Blattstiele auf 7 cm und 2 cm mit Wasserdampf getötet wurden, hatte unmittelbar nach dem Vorgang ganz welke Blätter. Sie erholten sich aber wieder während der folgenden Nacht und blieben turgescent, bei den Pflänzchen mit 7 cm Versuchszone 6 Tage lang, bei jenen mit 2 cm Versuchsstrecke über 18 Tage. Nach 18 Tagen wurden die Pflänzchen durch ein Gewitter derart beschädigt, daß die Versuche aufgegeben werden mußten. Die Verkleidung der toten Partien schob den Eintritt des Welkens nicht auf.

Campanulaceae. (113—115.)

Zu den Versuchen wurden benutzt *Campanula trachelium*, *C. rapunculoides* und *C. isophylla*.

Bei *C. trachelium* wurde an einer Anzahl von Blattstielen das Parenchymgewebe um die Leitbündel auf eine bestimmte Strecke entfernt; eine Anzahl wurde mit Xylol, eine andere mit Wasserdampf abgetötet. Das letztere geschah auch mit einigen bodenständigen Pflanzenstengeln.

Die mit Xylol behandelten Objekte welkten früher als die übrigen mit entsprechenden Versuchszonen. Ob auch hier eine Schädigung der Blattzellen durch die angewendete Substanz vorliegt, könnte vielleicht die Wiederholung der Versuche mit längeren Strecken sicherstellen. Die Versuche mit Wasserdampf und Parenchymentfernung stimmen im allgemeinen in ihrem Verhalten überein; bei 2 cm langer Zone nähern sich auch Blätter und ganze Zweige, deren Achsen bezw. Blattstiele mit Wasserdampf abgetötet wurden. Der Wassertransport hielt je nach der gewählten Versuchszone verschieden lange an, bei 2 cm Länge z. B. 9 bis 11 Tage, bei 12,5 cm Länge 5 Tage, bei 58 cm Länge 4 Tage; durch tote Strecken von derselben Länge dauert die Wasserleitung gleich lange, ob die Versuche ins Frühjahr oder in den Sommer fallen. Bei mehreren Versuchen mit Wasserdampf trat tiefrote Blattfärbung auf.

Mit *C. rapunculoides* wurden Versuche mit Wasserdampf ausgeführt. Die Blätter, deren Stiele getötet wurden, welkten fast gleichzeitig, obgleich die Versuchsstrecke zwischen 7 und 2 cm schwankte. Der Wassertransport über die tote Zone ist ganz unbedeutend. Wahrscheinlich spielt hier die vorgeschrittene Vegetationszeit mit.

An *C. isophylla* wurden Zweige auf 12 und 13 cm mit Wasserdampf und mit tiefen Temperaturen von -7° bis -10° C. behandelt. Die letztere Art des Abtötens geschah in der Weise, wie sie bei *Tradescantia* beschrieben wurde. Während der Einlegung der Stengel in Eis war voraussichtlich keine Wasserbewegung möglich. Dies ist aber ohne Belang; denn die beiden Versuchsreihen verhalten sich übereinstimmend. Nach 8 bis 9 Tagen welkten die Blätter, nach 15 bis 16 Tagen waren sie dürr. Daß die Leitbahnen durch die tiefen Temperaturen nicht beschädigt wurden, geht aus dem Vergleich mit den abgeschnittenen Kontrollzweigen hervor; der Wassertransport dauerte ja in genügendem Umfange 7 Tage an.

Cucurbitaceae. (116.)

Blattstiele von *Cucurbita Pepo* wurden mit Xylol und Wasserdampf abgetötet. Die erstere Reihe wurde an Zimmerpflanzen ausgeführt, die zweite an Pflanzen im Freien. Die Versuche mit Xylol scheinen mir von zweifelhaftem Wert zu sein, da sich an den Blättern gewisse Veränderungen zeigten, welche wohl infolge des Aufsteigens von Xylol auftraten. Doch dauerte auch hier der Wassertransport

über die 6 cm lange Versuchszone 2 Tage lang, über die 2 cm lange Zone 4 Tage lang.

Bedeutend größer ist die gehobene Wassermenge bei den Versuchen im Freien, welche in den Monat August fielen. Die Kontrollblätter welkten nach 4 bis 5 Stunden, die Versuchspflanzen nach 6 bis 7 bezw. nach 9 Tagen, je nach der Versuchszone, welche 3,5 und 24 cm betrug. In einem Falle konnte ich eine ähnliche Erscheinung beobachten, wie sie bei *Lycium* zu sehen war. Das Blatt, das am 18. August bedeutend welk war, hatte sich übernacht sichtlich erholt. Allerdings konnte der Einfluß der Taubildung nicht in Betracht gezogen werden, da die Erscheinung am Morgen des 19. ausblieb. Nach 10 Tagen trat Dürre ein, und nach weiteren 5 Tagen hatte sie sich über das ganze Blatt verbreitet. Eine fördernde Wirkung der Asphaltlackverkleidung läßt sich nicht erkennen. Knickung der Blattstiele ist ohne Belang für die Wasserleitung.

Dipsaceae. (117.)

Von *Knautia arvensis* wurden Stengel auf bestimmte Strecken mit Wasserdampf getötet. Die verschiedene Wirkung der verschiedenen Versuchsstrecken ist besser aus dem Zeitpunkt des Dorrens zu ersehen als aus dem Eintritt des Welkens, da diese Erscheinung des öfteren ausblieb. Wie lange der Wassertransport andauerte, läßt sich deshalb nicht genau bestimmen. Er dürfte aber auch im ungünstigsten Falle 2 bis 3 Tage in genügendem Maße angehalten haben. Meistens stellte sich nach dem Welken tiefrote und zum Teil schwärzliche Färbung der Blätter ein, welche in viel geringerem Umfang und nicht so intensiv auch bei unversehrten Pflanzen beobachtet wurde. Knickung der Stengel war auch bei *Knautia* bedeutungslos für den Wassertransport.

Compositae. (118—127.)

Aus der Familie der Kompositen wurden zu Versuchen benutzt: *Crepis biennis*, *Lampsana communis*, *Taraxacum officinale*, *Hieracium pilosella*, *Helianthus annuus*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Eupatorium cannabinum*, *Tussilago farfara*, *Adenostyles alliariae* und *Senecio Fuchsii*.

An *Crepis* wurde der Stengel auf 10, 5 und 2 cm abgetötet. Das Welken ist nicht immer deutlich sichtbar. Tritt es auf, so welkt die Sproßspitze zuerst. Bei den Versuchspflanzen desselben Alters läßt sich die allgemeine Erfahrung auch hier beobachten, daß die Blätter bald welken, wenn die Versuchszone lang ist, daß sie aber um so länger frisch bleiben, je kürzer dieselbe gewählt wurde. Die jüngere Pflanze welkte früher als die andern.

Lampsana, deren Stengel ebenfalls mit Wasserdampf abgetötet wurde, welkte sofort nach dem Versuch, erholte sich wieder und welkte endgültig nach 4 bezw. 3 Tagen, wenn die tote Strecke 6 bezw. 18 cm betrug. Der Wassertransport dauerte also 3 und

2 Tage an. Probepflanzen auf Knickung blieben ohne jede Veränderung.

An *Taraxacum* wurden 2 Versuchsreihen ausgefürt. Aus der ersten ist die verschiedene Einwirkung von kurzen und langen Zonen nicht zu ersehen, wohl aber aus der zweiten, wo jüngere Blätter zur Verwendung kamen. Es zeigte sich auch, daß dieselbe getötete Zone bei jüngern und ältern Blättern ein verschiedenes Kräftedefizit bedeutet. Bei den Versuchen im Juni hielt der Wassertransport nur 3 bis 4 Tage an, bei den analogen Versuchsobjekten im Mai ca. 14 Tage; dabei ist aber zu beachten, daß das Welken in einem Falle ausblieb.

Von *Hieracium* wurden Blätter und Blütenschäfte mit Wasserdampf getötet. Es wiederholen sich die oft genannten Erscheinungen infolge verschiedener Länge der Versuchszonen. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß Blüten viel länger turgescent bleiben als Blätter, wenn die getötete Strecke von derselben Länge war. Sehr intensiv und deutlich in ihrer Abhängigkeit vom Sonnenlichte erkennbar, trat die Rotfärbung der Blätter ein. Man hatte es hier vollkommen in der Hand, Rotfärbung auf beliebigen Blattstellen der Ober- und Unterseite hervorzurufen, wenn man dieselben dem direkten Sonnenlicht aussetzte. Der Wassertransport dauerte über getötete Blattpartien 1 bis 4 Tage an, je nach der Länge derselben; in den Blütenschäften währte er 4 bis 6 Tage.

Von *Helianthus* wurden Blattstiele von verschiedenem Alter mit Wasserdampf abgetötet. Die älteren, großen Blätter welkten nach 3 Tagen, obwohl die Versuchsstrecke 19 cm betrug; die jüngeren, kleinen Blätter nach 1 und 2 Tagen, bei einer Zone von 6 und 3,5 cm. Der Ausfall der Hubkraft durch das Ausschalten der lebenden Stengelzellen ist also im früheren Alter bedeutend größer. Ein wesentlicher seitlicher Wasseraustritt findet nicht statt.

Wie bei *Hieracuim*, so trat auch an Blättern von *Chrysanthemum*, von welcher Pflanze die Stengel auf bestimmte Zonen mit Wasserdampf getötet wurden. Rotfärbung ein. Die übrigen Resultate sind jenen von *Hieracium* ganz ähnlich.

Von *Eupatorium* wurden Zweige und Pflanzen mit vieler Belaubung abgetötet. Bei 20 cm Versuchszone hielten sich die Blätter 5 Tage frisch; bei 3 cm toter Strecke 9 bis 10 Tage. Da die Kontrollzweige nach 3 Tagen welkten, dauerte die Wasserleitung ohne die lebenden Stengelzellen nur geringe Zeit an. Seitlicher Wasseraustritt findet auch hier nicht statt.

An *Tussilago farfara* wurden Experimente mit Wasserdampf und Äther ausgeführt. Letztere sind aber wertlos geworden, wahrscheinlich durch das Aufsteigen der giftigen Lösung in die Blätter. Seitlicher Wasseraustritt ließ sich nicht nachweisen, wohl aber die verschiedene Wirkung ungleicher Versuchsstrecken. Die Kontrollblätter welkten nach $^1/_2$ Tag; ohne die Tätigkeit der lebenden Blattstielzellen wurde also 7 Tage bezw. $^1/_2$ Tag genügend Wasser gehoben über eine Strecke von 3,5 und 18 cm. Dies gilt für die Blätter normaler Größe. In jüngeren Blattstielen scheint die Wasserleitung über längere Zonen länger anzuhalten.

Von *Adenostyles* wurden Blattstiele auf 10 und 2 cm mit Wasserdampf behandelt. Die Resultate sind dieselben wie bei *Tussilago*, nur ist die Leitungsfähigkeit der toten Elemente geringer.

Senecio Fuchsii wurde auf 40 und 2 cm abgetötet, ebenfalls mit Wasserdampf. Im ersten Falle trat der Wassermangel innerhalb weniger Stunden, gleichzeitig mit dem Welken der Kontrollpflanzen, ein; im zweiten Fall dauerte die Wasserleitung 4 bis 5 Tage an. An allen Versuchspflanzen mußte eine Anzahl Blätter entfernt werden. Daß dieser Eingriff ohne Bedeutung war, zeigten die Kontrollversuche. Das Welken begann an den basalen Blattpartien und schritt rasch zur Spitze vor. Verstopfungen konnten hier, wie in den meisten Fällen, nicht nachgewiesen werden.

B. Belege.

Gramineae.*)

	Länge d. Versuchspflanze	Blattzahl	Länge der abgetöteten Strecke	Lage derselben über dem Boden	Standort der Versuchspflanze	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 1. *Bromus sterilis.*	cm						
Zahl der Versuche: 10	62	4	10 (A-L)	20—30	sehr sonnig	22. 5. vorm.	nach 13 Tagen sind die Spitzen der Blätter rotbraun; nach 17 Tagen sind die Blätter dürr, die Halme noch grün.
	55	3	8 (A-L)	17–25			nach 13 Tagen an den Spitzen der Blätter gelbrote Flecken; nach 19 T. Blätter dürr, Halme noch grün.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 5 Tagen dürr, ausgenommen die Halme. Welkerscheinungen sind nicht zu beobachten. Unterste Blätter dorren zuerst, dann die oberen, zuletzt der Halm.
Tabelle 2.	123	4	16 (A-L)	9—25	vormittags Sonne, nachmittags Schatten	21. 6. nachm.	nach 12 Tagen Blattspitzen dürr; nach 14 Tagen ganz dürr.
Dactylis glomerata	103	4	10 (A-L)	6—16			nach 12 Tagen zwei Blätter zur Hälfte gelb; nach 14 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 16	105	1	30 (A-L)	6 36			nach 9 Tagen rotbraun und dürr; nur der Halm noch grün.
	94	1	10 (A-L)	3—13			Blatt an der Spitze gelbrot nach 12 Tagen; nach 14 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 7—8 Tagen dürr. Deutliches Welken tritt nicht auf. Zuerst dorren die Blätter und zwar die Blattspitzen, dann der Halm, zuletzt die Gelenkpolster. Untere Blätter dorren vor den obern. Kontrollpflanzen auf Knickung blieben die ganze Zeit der Versuche unverändert.

*) A-L., Paraff., Bw. bedeutet, daß der Versuchsgürtel mit Asphaltlack, Paraffin oder Baumwachs luftdicht umkleidet, oder daß bei abgeschnittenen Pflanzen die Schnittfläche mit der betreffenden Substanz verklebt wurde.

Tabelle 3.							
Poa pratensis	120	4	5 (A-L)	30—35	sonnig	24. 6. abends	nach 9 Tagen Blätter gelb und dürr; Halm noch wasserhaltig.
	100	4	10 (A-L)	5—10			nach 9 Tagen Blätter gelb und dürr. Halm noch grün.
Zahl der Versuche: 16	112	4	20 (A-L)	45—65			nach 9 Tagen ist auch der Halm dürr, die Blätter nach 5—7 Tagen.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 5 Tagen gelb und dürr, sowohl Blätter und Halme.
Tabelle 4.							
Agropyrum repens	95	3	15 (A-L)	58—73	sonnig	24. 6. abends	nach 9 Tagen Blätter an den Spitzen gelb und dürr; nach 13 Tagen Blätter dürr, Halme noch grün.
	125	3	20 (A-L)	25—45			nach 9 Tagen untere Blätter rotbraun, oberstes gefaltet; nach 12—13 Tagen dürr, Halm noch grün.
Zahl der Versuche: 16	115	3	5 (A-L)	55—60			nach 9 Tagen unterstes Blatt fleckig, die oberen grün; nach 13 Tagen beginnt zu dorren.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 6 Tagen dürr.
							Deutliches Welken tritt nicht auf. Das Vordringen des Wassermangels wie bei den vorigen Versuchen.
Tabelle 5.							
Glyceria plicata	120	4	20 (A-L)	20—40	sonnig	24. 6. abends	nach 8 Tagen Blätter dürr, Ähren und Halme grün; nach 13 Tagen ganz dürr.
	125	4	10 (A-L)	20—30			nach 10 Tagen Blätter dürr; nach 15 Tagen ganz dürr.
Zahl der Versuche: 12							nach 5 Tagen ganz dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							Welken tritt nicht ein.

	Länge d. Versuchspflanze	Blattzahl	Länge der abgetöteten Strecke	Lage derselben über dem Boden	Standort der Versuchspflanze	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 6. *Arrhenatherum elatius*	82	1	28 (A-L)	12—40	sonnig	25. 6. nachmitt.	nach 8 Tagen Blatt dürr, nach 12 Tagen auch der Halm.
Zahl d. Versuche: 18	56	1	5 (A-L)	11—16			nach 8 Tagen beginnt das Blatt zu dorren; nach 12 Tagen dürr und gelb, besonders die Spitze.
	77	3	5 (A-L)	13—18			nach 12 Tagen unterstes Blatt dürr; die beiden oberen grün.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 4 Tagen dürr.
	101	1	50 (A-L)	10—60		10. 8.	nach 8 Tagen dürr.
	100	3	10 (A-L)	10—20			das unterste Blatt ist nach 8 Tagen dürr, das mittlere teilweise gelb, das oberste frisch. Nach 14 Tagen ist auch der Halm dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 4 Tagen dürr.
							Welken undeutlich. Die Ähren bleiben am längsten frisch.
Tabelle 7. *Lolium perenne.*	69	2	24 (A-L)	2—26	sonnig	25. 6. vorm.	nach 8 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 15	70	2	10 (A-L)	10—20			nach 9 Tagen unterstes Blatt dürr; das obere zum Teil ebenfalls.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 6 Tagen dürr. Welken tritt nicht ein.
Tabelle 8. *Cynosurus cristat.*	80		25 (A-L)	12—37	sonnig	25. 6. nachm.	nach 10 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 14	75		15 (A-L)	5—20			nach 12 Tagen dürr; die Ähren ausgenommen.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 8 Tagen dürr. Welken undeutlich.

Tabelle 9.							
Bromus hordeaceus.	61		7—8 (A-L)	12–20	sonnig	25. 6. vorm.	nach 13 Tagen welk; nach 16 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 15	60		20 (A-L)	10—30			nach 9 Tagen welk; nach 12 Tagen dürr.
	55		15 (A-L)	10—25			wie vorige.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 9 Tagen dürr.
Tabelle 10.	157	2	18 (A-L)	32—50	sonnig	1. 7. nachm.	nach 5 Tagen gelblich; nach 10 Tagen dürr, auch die Halme; die Blätter bereits am 6. Tage.
Secale cereale.	40[1])	3	7 (A-L)	15—22			nach 5 Tagen gelb; nach 9–10 Tagen dürr.
	80	1	4 (A-L)	16—64			nach 10 Tagen dürr, aber noch grün.
Zahl der Versuche: 8	95	5	10 (A-L)	5—15			nach 5 Tagen unterste zwei Blätter dürr und gelb, das dritte gelbrot, an der Spitze noch grün; das vierte an der Spitze gelb; ebenso das fünfte; nach 7 Tagen die Mehrzahl der Blätter dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 4 Tagen zum Teil, nach 7 Tagen alle Blätter dürr. Welken undeutlich.
Tabelle 11.	42	4	6 (A-L)	5—11	sonnig und sehr warm	17. 8.	nach 2 Tagen oberstes Blatt an der Spitze rot; nach 6–7 Tagen dürr.
Miscanthus polydactylos Voss.	35	2	22 (A-L)	0—22			oberstes Blatt nach 2 Tagen halb dürr; nach 5 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 3							am 17. 8. welk; nach 2 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (B-w)							Welken undeutlich an den abgetöteten Pflanzen, ist dagegen an den abgeschnittenen Objekten zu beobachten.
Tabelle 12.	65	5	20	10–30	sonnig	9. 8.	nach 3 Tagen beginnen die Spitzen der Blätter sich einzurollen; nach 6 Tagen unterste zwei Blätter gelb; nach 10 Tagen Blätter dürr.
Bambus aurea hort.							
Zahl der Versuche: 3	60	6	22	10—32			
	63	3	10	11—21			nach 5 Tagen gelblich; nach 13 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 3 Tagen eingerollt; nach 6 Tagen dürr.

[1]) Ist eine jüngere Pflanze.

Tabelle 13.
Arum maculatum.

	Länge des Blattstieles	Blattfläche	Länge der abgetöteten Strecke	Lage derselben über dem Boden	Standort der Versuchspflanze	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Versuche mit Äther; Zahl derselben: 8.	10	10 : 11	8,5 (A-L)	1—9,5	halbschattig und etwas feucht	26. 4.	nach 10 Tagen welk; nach 16 Tagen dürr.
	21	7 : 8	11 (A-L)	5—16			nach 14 Tagen gelb und halb dürr.
	14	8 : 8,5	14 (A-L)				nach 13 Tagen gelb und dürr.
	20	10 : 8,5	10 (A-L)	5—15			nach 10 Tagen gelblich; nach 16 Tagen dürr.
Versuche mit Xylol; Zahl derselben: 12.	11	14 : 7	7 (A-L)	2—9		26. 4.	nach 9 Tagen verfärben sich die Blätter gelb; nach 14 Tagen sind sie dürr.
	10	8 : 8	7 (A-L)	1—8			
Versuche mit Wasserdampf; Zahl derselben: 10.	13	6 : 7	7 (A-L)	3 10		6. 5.	am 6. Tage tritt leichte Gelbfärbung ein; nach 14 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen	20	8,5 : 10	14 (A-L)	3 17			nach 10 Tagen gelb; nach 13 Tagen dürr.
	18	10 : 7,5	7 (A-L)	8—15			nach 2 Tagen welk; nach 10 Tagen dürr.
	12	6 : 7	7 (A-L)	3—10			nach 15 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 9 Tagen stark welk; nach 15 Tagen dürr.
							nach 1 Tag welk; nach 10 Tagen dürr.
							Welken ist nicht immer deutlich zu beobachten. Mehrere Pflanzen, deren Blattstiele geknickt und in dieser Stellung festgebunden wurden, blieben unverändert während der ganzen Zeit der Versuche.

Tabelle 14.
Tradescantia viridis.

	Länge des Zweiges	Blattzahl	Länge der abgetöteten Strecke	Lage derselben über dem Boden	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 25.	30	7	10	2—12	4. 1.	nach 6 Tagen welk.
Versuche mit Wasserdampf.	32	7	20	2 22		nach 4—5 Tagen welk.
						nach ca. 1 Monat beginnen die untersten Blätter zu dorren.
Versuche mit Xylol.	34	7	10	2—12		nach 6 Tagen sind die 3 untersten Blätter welk; nach 30 Tagen ist das unterste Blatt gelb und dürr.
Versuche mit Temperatur von 0° C.	36	10	15	5—20		Es trat keine Veränderung ein, trotzdem der Versuch von 5—9 Uhr gedauert hatte.
Versuche mit tiefer Temperatur von — 7—10 Grad. Dauer des Versuchs: 20 Min.	32	7	12	5—17		nach 5 Tagen die untersten 3 Blätter welk; nach 32 Tagen unterstes Blatt dürr.
Temperatur von 0,5 bis —1 Grad.	35	7	13	4—17		wie vorige.
Kontrollpflanzen.						nach 4—5 Tagen welk, nach 27—30 Tagen dürr.
						Das Welken schreitet langsam von unten nach oben vor. Mehrfach geknickte Pflanzen blieben unverändert.

Liliaceae.

Tabelle 15. *Convallaria majalis*	Länge des Blattstieles	Länge des Blattes	Länge der abgetöteten Strecke	Lage derselben über dem Boden	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 10	10	13	3 (P.)	4,5—7,5	schattig und feucht	31. 5. nachm.	Alle Blätter blieben 18—20 Tage vollständig frisch; nach 20 Tagen welkten sie; erst anfangs Juli dorrten sie.
	10	12	6 (P.)	2—8			
	5	10[1])	3,5 (P.)	0,5—4			Ein Unterschied im Wassermangel bei jüngeren und älteren Blättern oder bei kurzer und langer Zone ist nicht deutlich bemerkbar.
	2,5	10[1])	1 (P.)	0—1			
Kontrollpflanzen							nach 8 Tagen noch vollständig frisch; nach 12 Tagen welk; nach 20 Tagen zur Hälfte dürr.
							Pflanzen, welche geknickt und in dieser Stellung festgehalten wurden, blieben während der ganzen Versuchszeit frisch.

Tabelle 16.							
Hemerocallis fulva		75	20 (A-L)	18—38	Am Morgen schattig; von 10 Uhr an sonnig	11. 7. nachm.	nach 11 Tagen welk und gelb; nach 26 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 7		76	20	18—38			wie vorige.
Versuche an Blättern.		65	2 (A-L)	20—22			nach 16 Tagen welk; nach 30 dürr.
							die Blattspitzen welken zuerst.
Kontrollpflanzen							nach 2 Tagen welk; nach 6 Tagen gelb.

[1]) Sind jüngere Blätter.

Versuche an ganzen Pflanzen mit Blüten	Länge der Strecke	Abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	
	60—70	2 (A-L)	1—3	8	wie vorige	11. 7.	nach 5 Tagen sind die zwei Blätter, welche zu äußerst liegen, welk, die inneren turgescent; nach 24 Tagen äußere Blätter dürr und gelb; die inneren nur an d. Spitze gelb, sonst grün, aber welk.
	60—70	2 (A-L)	2—4	8			
Kontrollpflanzen							nach 2 Tagen welk; nach 6 Tagen gelb.
							Die Blüten blieben am längsten turgescent.

Tabelle 17.

Hostia plantaginea Aschers.

Zahl der Versuche: 6

	Länge der Blattstiele	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattgröße	Standort	Zeit der Versuche	
	40	37 (A-L)	2—39	20 : 16	schattig	23. 7. vorm.	nach 12 Tagen gelblich; nach 24 Tagen dürr.
	52	2 (A-L)	10—13	22 : 18			nach 15 Tagen gelblich verfärbt; nach 26—28 Tagen dürr.
	38	46	2—38	18 : 18			nach 12 Tagen gelb; nach 23 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen							nach 11 Tagen stark welk; nach 20—22 Tagen dürr.
							Welken tritt nur auf an den abgeschnittenen Blättern. Knickung der Blattstiele ist ohne Bedeutung.

Amaryllidaceae.

Tabelle 18. *Narcissus pseudonarcissus.*	Länge des Blattes	Länge der abgetöteten Strecke	Lage derselben über dem Boden	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 10	34	15 (A-L)	1—16	sonnig	3. 6. abends	nach 6 Tagen welk und Spitze gelb; nach 8 Tagen gelb und dürr.
	40	15 (P)	1—16			nach $4^1/_2$ Tagen Spitze gelb; nach 6 Tagen zur Hälfte gelb unddürr.
	43	10 (A-L)	11—21			wie vorige.
	37	12 (A-L)	4—16			nach $4^1/_2$ Tagen Blattende auf 5 cm Länge gelb; nach 7 Tagen gelb und dürr.
	32	6 (A-L)	6—12			nach 5 Tagen Spitze des Blattes gelb; nach 7 Tagen gelb und dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)						nach 4 Tagen welk und Spitze gelb; nach 5—6 Tagen dürr.
						Knicken der Blätter bleibt ohne sichtbare Wirkung auf das Welken der Blätter.

Iridaceae.

Tabelle 19. *Gladiolus* spec.	Länge der Pflanze	Abgetötete Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 4	55	30 (A-L)	1—31	3	sonnig	8. 8. nachm.	nach 11 Tagen dürr.
	70	10 (A-L)	5—15	3			nach 11 Tagen rötlich-braun, aber nicht eigentlich welk; nach 16 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 6 Tagen dürr.
							Welken undeutlich.

Urticaceae.

Tabelle 20.
Urtica dioica.
Zahl der Versuche: 5

	Länge der abgetöt. Objekt.	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Versuch mit ganzen Pflanzen	130	60 (A-L)	10–70	8	sehr warm und sonnig	9. 8.	nach 2 Tagen welk; nach 5 Tagen dürr.
	125	60	10–70	10			wie vorige.
Versuche mit Blattstielen	6	2 (A-L)					nach 1–2 Tagen welk; am Abend des zweiten Tages bereits dürr. Der Unterschied, durch die verschiedene Versuchszone bedingt, ist gering.
	6	5 (A-L)					
Kontrollobjekte für beide Versuchszeiten (A-L)							Abgeschnittene ganze Pflanzen nach 2 Tagen dürr. Abgeschnittene einzelne Blätter am gleichen Tage welk; nach einem Tag dürr.

Cannabinaceae.

Tabelle 21.
Cannabis sativa.
Zahl der Versuche: 5

	Länge der abgetöt. Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
	70[1])	8	4–12	sehr reich beblättert	sonnig	9. 7.	Oberste Blätter nach 1 Tag welk, untere noch frisch; nach 10 Tagen dürr.
	80[2])	20	0–20	nur 16 Blätter			nach 4 Tagen oberste Blätter lahm; nach 6 dürr.
	95[1])	10	4–14	sehr reich beblättert			nach 1 Tag obere Blätter welk; nach 7–9 Tagen dürr; die Blätter ob der kürzeren Versuchszone bereits nach 6 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen ♀ und ♂ (A-L)		2	47–49				sowohl ♀ als ♂ Pflanzen nach 10 Minuten nach dem Abschneiden welk; nach 1 Tag untere Blätter dürr; nach 4 Tagen vollständig dürr.

[1]) sind ♀ Pflanzen. [2]) sind ♂ Pflanzen.

Polygonaceae.

	Länge der abgetöt. Objekt.	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 22. *Rumex acetosa.*				Zahl			
Zahl der Versuche: 3	64	4	7—11	8	schattig	21. 5. nachm.	nach 6 Tagen welk.
	60	28	2—30	9			nach 4 Tagen welk.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen welk.
Tabelle 23.			über Blattstielgrund	Blattfläche			
Rheum undulatum	28	12 (A-L)	4—16	28 : 25	von 10 Uhr vormittags an sonnig	27. 7.	nach 12 Tagen einige rote Flecken; nach 14 Tagen welk; nach 19 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 5	32	25 (A-L)	2—27	20 : 18			nach 14 Tagen dürr.
	32	2 (A-L)	15 17	20 : 18			nach 12 Tagen gelbe und rote Flecken, aber turgescent; nach 16 Tagen welk.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 10 Tagen dürr.
Tabelle 24. *Polygonum aviculare*	45	22 (A-L)	5—27	7	sonnig	10. 8.	nach 5 Tagen welk; nach 12 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 5	46	3 (A-L)	8—11	8			nach 9 Tagen welk; nach 14 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 3 Tagen dürr.

Tabelle 25. *Polygonum virginianum.*				Blattfläche			
	8	8 (A-L)		25 : 17	sonnig	17. 8.	nach 2 Tagen welk; nach 4 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 5	5	2,5 (A-L)		22 : 15			nach 2–3 Tagen welk; nach 4 Tagen halb dürr.
Versuche m. Blattstiel. Kontrollpflanz. (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 2 Tagen dürr.
Versuche mit Zweigen	21	2,5 (A-L)	5—7,5 über Zweigbasis	3 Blätter			nach 1 Tag welk; nach 2 Tagen fast dürr.
Kontrollzweig (A-L)							am 1. Tag nach Abschneiden welk; am 2. dürr.

Caryophyllaceae.

Tabelle 26. *Stellaria media.*	Länge d. Versuchspflanze	Länge der abgetöteten Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 8	29	14 (A-L)	6–20	4	nachmittags schattig	23. 5.	nach 3 Tagen welk; nach 12 Tagen dürr.
	28	7 (A-L)	13—20	4			nach 4 Tagen welk; nach 14—15 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 4 Tagen dürr.
							Stengel, welche geknickt und so festgehalten wurden, ließen keine Veränderung erkennen während der ganzen Versuchszeit.

Tabelle 27. *Moehringia trinervia*	Länge d. Versuchspflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
	15[1])	2,5	3—5,5		feucht und schattig	8. 6. nachm.	nach 11 Tagen welk.
Zahl der Versuche: 10	30	2,5 (P)	8—10,5				nach 8—10 Tagen welk.
	23	3 (P)	13—16				nach 7 Tagen welk.
	25	3 (A-L)	4—7				nach 10 Tagen welk.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 4 Tagen welk; nach 7 Tagen halb dürr.
							Länger als 11 Tage konnten die Versuche nicht verfolgt werden. Knickung ist für diesen Zeitraum ohne sichtlichen Einfluß geblieben.

Ranunculaceae.

Tabelle 28. *Ficaria verna*	Länge der abgetöt. Objekt.	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
				Fläche			
Zahl der Versuche: 20	15	9,5	2,5	4 : 4	schattig	27. 4. nachm.	nach 2 Tagen welk; nach 6 Tagen dürr.
	14	13	0—13	2,5 : 2,5			nach 2 Tagen welk; nach 6 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 6 Tagen dürr.
							Ein Unterschied zwischen Versuchen mit kurzer und langer Zone ist nicht deutlich zu bemerken, auch bei gleicher Blattfläche.
							Pflanzen, welche geknickt und so festgehalten wurden, blieben immer frisch.

[1]) Ist ein junges Pflänzchen. Mehrere ähnliche Versuche mit jüngeren Pflanzen ergaben dasselbe Resultat, daß sie nämlich nach den älteren mit gleicher Zone welkten.

Tabelle 29. *Anemone nemorosa*	5	2,5 (A-L)	2,5—5	großes Blatt	etwas feucht; nachmittags schattig	10. 4. abends	nach 8 Tagen unbedeutend welk; nach 13 Tagen stark welk, jedoch weniger als die folgenden, nach 18 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 12	6[1])	6 (A-L)	0—6	mittelgroßes Blatt			nach 5–6 Tagen beginnt zu welken; nach 19 Tagen dürr; die Blüte dorrte bereits am 13. Tage.
	6	5 (A-L)	0,5 5,5	großes Blatt			nach 8 Tagen welk; nach 18 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen mit und ohne Blüten, teils mit, teils ohne (A-L)							nach 2 Tagen unbedeutend, nach 3 Tagen stark welk; nach 12 Tagen dürr. Die Blüten welken kurz vor den Blättern. Die unversehrten Anemonen waren bis zum 18. 4. ca. 3 cm gewachsen; die getöteten Versuchspflanzen dagegen blieben unverändert in ihrer Stengellänge.
Tabelle 30. *Anemone ranunculoides*	12	7 (A-L)	2—9	mittelgroßes Blatt	halbschattig	11. 5. nachm.	nach 3 Tagen unbedeutend welk, erholt sich wieder; nach 6 Tagen wieder welk; nach 9 Tagen turgescent, da kühles Wetter eingetreten; nach 10 Tagen stark welk.
Zahl der Versuche: 10	13	4 (A-L)	4—8	„			verhält sich ähnlich wie vorige; nach 11—12 Tagen welk; nach 16 Tagen dürr.
	11,5	7 (P)	2—9	„			wie vorige, aber nach 14 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 5 Tagen welk; nach 9 Tagen dürr.

[1]) Ist eine Versuchspflanze mit Blüten.

	Länge d. Versuchsobjekte	Länge d. abgetöteten Strecke	Lage derselben über d. Blattstielgrund	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 31. *Aconitum Napellus.*							
Zahl der Versuche mit Blattstielen: 6	5	1 (A-L)	20—21	ziemlich große, gleichartige Blätter	Bergwiese, Nordhang	24. 9.	nach 13 Tagen dürr, an den Zipfeln braun.
	4	3 (A-L)	22—25				
	Länge der Pflanze			Blattzahl			
Versuche mit ganzen Pflanzen	45	2 (A-L)	20—22	7			nach 3 Tagen rötlich gefärbt, welche Färbung nach und nach karminroten Ton annimmt; nach 15 Tagen dürr.
Kontrollblätter und Kontrollpflanzen							nach 3 Tagen dürr und hellbraun.
Tabelle 32. *Aconitum Lycoctonum*	Länge d. Blattstiele						
	20	13 (A-L)	5—18 ob. Boden	sehr große Blätter			nach 3 Tagen fleckig; nach 12 Tagen dürr.
	13[1])	2 (A-L)	2—4 ob. Blattgrund				nach 3 Tagen alle Blattzipfel schwach braun angelaufen; nach 16 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 6	13	2 (A-L)	4—6 ob. Boden				nach 7—8 Tagen fleckig; nach 13 Tagen Beginn des Dorrens; nach 16 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 3 Tagen dürr.
							Deutliches Welken ist nirgends zu beobachten.

[1]) Ist ein stengelständiges Blatt; die anderen sind grundständig.

Tabelle 33. *Papaver rhoeas*	Länge der abgetöt. Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 3	60	3	20—23	reich beblättert	nachmittags schattig	5. 7.	nach 8 Tagen welk; nach 17 Tagen dürr, untere Blätter mehr als obere.
	58	15	10—25	9 Blätter			nach 5 Tagen welk; nach 13 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen							nach 2 Tagen stark welk; nach 6 Tagen dürr.
							Das Welken beginnt an den unteren Blättern.
Tabelle 34. *Papaver somnifer.*	88	5 (A-L)	1—6	reich beblättert	nachmittags schattig	4. 7.	nach 10 Tagen unterstes Blatt gefleckt, obere Blätter frisch; nach 13 Tagen dürr.
	80	36 (A-L)	2—38				nach 11 Tagen welk; nach 12 Tagen untere Blätter gelb, obere welk.
Zahl der Versuche: 21	55	12 (A-L)	3—15	Blätter kleiner u. weniger zahlreich			nach 10 Tagen welk; nach 13 Tagen dürr.
	35[1])	4 (A-L)	2—6				nach 5 Tagen welk; nach 13 Tagen dürr.
	80	30 (A-L)	2—32	wie die beiden ersten			nach 5 Tagen welk; nach 9—10 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen, jüngere u. ältere (A-L)							die jüngeren Kontrollpflanzen welken rascher als die älteren, beide aber schon 1 Tag nach dem Abschneiden sichtbar welk; dürr nach 9—10 Tgn.
							Entfernen der Blätter, sowie Biegen der Pflanzenstengel ist auf das Welken ohne Einfluß.

[1]) Ist eine jüngere Pflanze.

Tabelle 35. *Chelidonium majus*	Länge der abgetöt. Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 10	70	3 (A-L)	28 31	5	schattig	6. 7.	nach 10 Tagen unterstes Blatt welk, die andern hellgrün; nach 13 Tagen alle Blätter welk; nach 22 Tagen dürr.
	60	17 (A-L)	10—26	7			nach 3 Tagen Blätter hell gefärbt; nach 15 Tagen dürr; nach ca. 8 Tagen haben die Blätter ein derbes Aussehen, ohne dürr oder welk zu sein.
	60	17	10—27	7			nach 3 Tagen fast unverändert, sonst wie vorige.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 7 Tagen welk; nach 12 Tagen dürr. Knickung ist ohne Einfluß auf das Welken.

Fumariaceae.

Tabelle 36. *Fumaria officinalis*	Länge des abgetöt. Zweigs	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über der Basis des Zweiges	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 5	32	6 (A-L)	6—12	reich beblättert	sonnig	17. 8.	nach 6 Tagen welk; nach 9 Tagen dürr.
	31	16 (A-L)	1—17				nach 3 Tagen welk; nach 6—7 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 2 Tagen dürr.
							Nach dem Abtöten sind die Blätter deutlich welk, erholen sich aber wieder rasch.

	Länge d. abgetöteten Objekt.	Länge d. abgetöteten Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 37. *Cardamine pratensis.*				Zahl			
Zahl der Versuche: 5	39	7 (A-L)	3—10	7	vormittags schattig, sonst warm und sonnig	21. 5.	nach 6 Tagen welk, zum Teil dürr.
	34	7 (A-L)	2—10	5			nach 8 Tagen welk und rot angelaufen.
	30	10 (A-L)	6—16	5			nach 6 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 4 Tagen dürr. Nach 8 Tagen mußten die Versuche abgebrochen werden.
Tabelle 38. *Alliaria officinalis.*				Zahl			
	73	10 (A-L)	2—12	18	mittags der Sonne ausgesetzt, sonst schattig	19. 6. nachm.	nach 5 Tagen welk, unten mehr als oben; nach 16 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 6	90	4 (A-L)	12—16	21			nach 5 Tagen welk, nach 16 Tagen untere Blätter dürr, obere stark welk.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 1—2 Tagen welk; nach 4 Tagen dürr. Unmittelbar nach dem Abtöten waren die Blätter sehr stark welk, erholten sich aber wieder über Nacht.
Tabelle 39. *Capsella bursa pastoris.*	31	2,5 (A-L)	4—6,5	4	sonnig und trocken	4. 6. nachm.	nach 6 Tagen welk; nach 11 Tagen Blätter gelb und dürr, auch einige Früchtchen, jedoch die Großzahl derselben noch grün.
	29	2,5	3—5,5	4			wie vorige.
Zahl der Versuche: 7	42	5 (A-L)	3—8	6			nach 1 Tage welk; nach 2 Tagen dürr; die Früchtchen ausgenommen.
Kontrollpflanzen							Das Welken der oberen und unteren Blätter erfolgt zur gleichen Zeit. Im Dorren erscheint die Differenz der Versuchszonen erkennbar.

Tabelle 40. *Raphanus sativus.*	Länge d. Versuchsobjekte	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 6	Läng. d. Pflanze	3,5					
Versuche mit Blütenstielen	55	(A-L)	43—46,5		sonnig	1. 7.	nach 14 Tagen welk; nach 18 Tagen dürr.
Kontrollzweige m. Blüten, ohne Blätter (A-L)	53	3	33—36				Am 3. Tage nach Versuch welk.
Versuche mit Blättern	51	2 (A-L)	13—15				Am 5. Tage welk und heller gefärbt als unversehrte Objekte; nach 11 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)	51	2	9—11				Am 2. Tage nach Versuch welk; nach 5 Tagen dürr.
							Der Wassermangel zeigt sich am ganzen Blatt gleichzeitig.

Tabelle 41.	Läng. d. Blattst.			Länge des Blattes			
Cochlearia armoracia.	20	10 (A-L)	10–20	45	sonnig	27. 7.	nach 4 Tagen welk; nach 6 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 10	35	30	3—33	40			nach 3 Tagen welk; nach 6 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)	32	5	5—10	35			nach 5 Tagen welk; nach 8 Tagen dürr.
							nach 2 Tagen welk; nach 3–4 Tagen dürr.

Tabelle 42.							
Brassica oleracea.	15	12	1–13	33 : 30	sonnig	30. 7.	nach 8 Tagen welk; nach 13 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 5	12	2	5—7	22 : 25			nach 11 Tagen welk; nach 16 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)	14	12 (A-L)	1—13	21 : 30			nach 8 Tagen welk; nach 13—14 Tagen dürr.
							nach $^1/_2$ Tag welk; nach 6 Tagen dürr.
							Die Wassersekretion an Blättern, deren Stiele getötet wurden, ist 1–2 Tage noch zu beobachten.

	Länge des Astes	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über der Verzweigung.	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 43. *Philadelphus coronarius.*							
Zahl der Versuche: 3	100	30	0	78	sonnig	8. 8. vorm.	infolge eines kleinen Bruches schon am gleichen Nachmittag welk; nach 3 Tagen dürr.
	90	6	15—21	69			nach 11 Tagen welk; nach 14 Tagen dürr.
Kontrollast (A-L)							nach 3 Tagen dürr.
Tabelle 44. *Ribes rubrum.*	Länge d. Blattstiele						
	7	7 (A-L)		großes Blatt	sonnig	10. 8.	nach 8 Tagen dürr. } Welken ist nicht zu beobachten
Zahl der Versuche: 10	8	8		„			nach 9 Tagen dürr. }
	7	5		„			nach 11 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 2 Tagen dürr.
Tabelle 45.	5	2	2—4	großes Blatt	sonnig	10. 8.	nach 8 Tagen hellgrün; nach 15 Tagen dürr.
Ribes nigrum.	5	5		„			nach 11 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 8	5	5 (A-L)		„			wie vorige.
Kontrollblätter (A-L)							nach 3—4 Tagen dürr.

Rosaceae.

Tabelle 46.	Länge der abgetöt. Aeste	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben oberhalb der Verzweigung	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Spiraea Thunbergii.							
Zahl der Versuche: 8	105	13	50 - 63	stark belaubt in der Zone v. 80-100 cm ob. Astbasis	nachmittags schattig	18. 5. nachm.	nach 14 Tagen welk.
	110	13	52 - 65				nach 9 Tagen welk; nach 14—16 Tagen dürr.
	73	20	2—22	reich belaubt und ziemlich gleichstark			nach 9 Tagen welk; nach 14 Tagen gelb.
Kontrolläste (A-L)	75	9	11—20				nach 11 Tagen welk; nach 14 Tagen gelb. nach 3 Tagen welk; nach 4 - 5 Tagen dürr.
							Das Welken beginnt an den Spitzen der Zweige und der Blätter. Die Blüten welken zuerst.

Tabelle 47.	Länge d. Blattstiele						
Filipendula lobata Maxim.	33	25	4—29	große Blätter. Alle gleichartig	schattig	23. 7. vorm.	nach 5 Tagen am Rande dürr; nach 12 Tagen dürr und braun.
	31	25	4—29				nach 5 Tagen am Rande dürr; nach 12 Tagen größtenteils dürr und braun.
Zahl der Versuche: 10		(A-L)					
Kontrollblätter (A-L)	31	3	3—6				nach 5 Tagen welk; nach 18 Tagen dürr. nach 4—5 Tagen am Rande dürr; nach 7 Tagen dürr.

Tabelle 48.			über d. Boden				
Fragaria vesca.	24	17 (A-L)	3 - 21	ziemlich groß	nachmittags sonnig; am Morgen schattig	27. 7.	nach 6 Tagen sind 2 Teilblättchen am Rande dürr.
Zahl der Versuche: 23	23	4 (A-L)	15—19	„			nach 12—13 Tagen beginnt das Blatt zu dorren.
Vers. m. einz. Blättern.	22	3	12—15	„			nach 15 Tagen fleckig und am Rande dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 2 Tagen fast dürr.

[1]) Der erste Versuchsast trägt 10 unverletzte Seitenzweige, währ. der zweite keine solchen aufweist. Die Blattzahl ist trotzdem bei beid. gleichgroß.

Tabelle 48. Fortsetzung. *Fragaria vesca.*	Länge des Ausläufers	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
	62	37 (A-L)	3—40	3 Blätter	sonnig	10. 8.	nach 9 Tagen dürr.
	68	36	4—40	3 „			
	65	4 (A-L)	15—19	3 „			nach 12 Tagen fleckig; nach 15—17 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 3—4 Tagen dürr. Welken ist nicht deutlich.

Tabelle 49.	Länge des Astes		ob. Astbasis	Blattzahl			
Spiraea japonica.	110	58	2—60	38	halbschattig	8. 8.	nach 3 Tagen halb dürr; nach 7 Tagen vollständig dürr.
Zahl der Versuche: 4	140	7	60—67	42			nach 11 Tagen Blätter spiralig aufgerollt; nach 14 Tagen dürr.
Kontrolläste (A-L)							nach 3 Tagen dürr. Die Blüten welken zuerst. An den Blättern ist das Welken undeutlich.

Tabelle 50.							
	140	70	30—110	gleichstark und reich beblättert	halbschattig	8. 8.	nach 11 Tagen die Hälfte aller Blätter dürr.
Spiraea Douglasii.	125	4	40—44				nach 7 Tagen die Blätter eingerollt; nach 11 Tagen an den Blattspitzen dürr.
Zahl der Versuche: 3							Die Blüten welken zuerst.
Kontrollast (A-L)							nach 3 Tagen dürr.

Tabelle 51.
Rubus idaeus.

	Länge des Ausläufers	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 6	143	15 (A-L)	10—25			28. 6. nachm.	nach 6 Tagen ist die Spitze bis oberste abgetötete Strecke welk; nach 8 Tagen beginnt sie zu dorren.
		15 (A-L)	75—90				die Partie zwischen den beiden abgetöteten Strecken ist bis zum 8. 7. frisch; am 9. 7. welk, also nach 12 Tagen; nach 14 Tagen beginnt sie zu dorren.
	120	10 (A-L)	20 - 30				am 9. 7. noch frisch; nachher ist der Versuch außer Kontrolle gesetzt.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 3 Tagen welk; nach 5—6 Tagen dürr.

Tabelle 52.
Geum urbanum.

	Länge der Blattstiele	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	
Zahl der Versuche: 10	8	7 (A-L)	1—8	4 : 6	schattig	5. 8.	nach 3 Tagen welk, nach 12 Tagen halb dürr.
	13	10 (A-L)	2—12	4 : 6			nach 3 Tagen welk; nach 12 Tagen Beginn des Dorrens.
	18	2 (A-L)	1—3	5 : 7			nach 14 Tagen welk; nach ca. 18 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 3 Tagen dürr.

Tabelle 53. *Aruncus silvester.*	Länge der Blattstiele	Abgetötete Strecke	Lage derselben über der Verzweigung	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 4	19	17	1—18	48 cm lang	sonnig	10. 8.	nach 9 Tagen dürr.
	17	3	1—4	46 cm lang			nach 14 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 5 Tagen dürr.
							Bei den abgetöteten Pflanzen tritt ohne vorheriges Welken der Zustand der Dürre ein.
Tabelle 54. *Alchimilla alpestris*							
Versuche mit Wasserdampf.	6	5		große Blätter	ziemlich feucht	23. 9.	nach 3—4 Tagen ist die Blattunterseite rötlich gefärbt. Die Rotfärbung geht dann allmählich (6—8 Tage) in Braun über; nach 16 Tagen sind die Blätter dürr.
Zahl derselben: 4	5	4					
Versuche mit Parenchymentfernung. Zahl der Versuche: 3	4	2,5 (A-L)		große Blätter			nach 8 Tagen braun und dürr; die Rotfärbung ist vorhanden, aber weniger intensiv.
Kontrollblätter (A-L)							nach 1 Tag dürr.
Tabelle 55. *Alchimilla coriacea.*			über dem Blattstielgrund				
	8	6 (A-L)		große Blätter	schattig	23. 9.	nach 6 Tagen dürr; Unterseite d. Bl. stark rot.
4 Versuche mit Parenchymentfernung.	8,5	1 (A-L)	3—4				nach 4 Tagen beide welk. nach 14 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 4 Tagen dürr.
							1 Tag nach Versuch sind die Blätter deutlich gefächert.

Tabelle 56. *Alchimilla pubescens.*	Länge der Blattstiele	Abgetötete Strecke	Lage derselben über der Verzweigung	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Versuche mit Wasserdampf.	8	2 (A-L)	3—4	ziemlich große Blätter	etwas schattig	23. 9.	nach 4 Tagen welk; nach 14—16 Tagen dürr.
Anzahl derselben: 3	6	5 (A-L)					nach 4 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 1 Tag dürr.

Papilionaceae.

Tabelle 57. *Trifolium pratense.*	Länge d. Versuchsobjekte	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
				Zahl			
Zahl der Versuche: 6	35	17 (A-L)	1—18	5	schattig, aber warm	23. 5.	nach 8 Tagen Spitze welk; nach 16 Tagen dürr.
	30	13 (A-L)	5—18	5			nach 14—16 Tagen welk, aber nicht dürr.
	31	13	4 17	5			Das Welken beginnt an dem apikalen Sproßende. Die Blüten welken zuerst.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 7 Tagen dürr.

Tabelle 58. *Pisum sativum.* Zahl der Versuche: 4 Kontrollpflanzen (A-L)	196	27 (A-L)	30—57	12	sonnig	5. 7.	nach 9 Tagen etwas heller gefärbt als unversehrte Blätter; nach 12 Tagen unterste Blätter dürr und gelb, mittlere welk, oberste turgescent; nach 17 Tagen ganz dürr.
	214	3 (A-L)	47—50	12			nach 12 Tagen beginnen die unteren Blätter zu welken, die meisten sind noch turgescent; nach 17 Tagen gelb und dürr. Die Spitze mit den obersten Blättern ist bereits nach $^3/_4$ Stunden welk; nach 6 Tagen sind die unteren Blätter gelb und dürr, die oberen welk, aber noch grün; nach 9 Tagen dürr.
Tabelle 59. *Trifolium badium.* Zahl der Versuche: 3 Kontrollobjekte (A-L)	Pflanze			Blattzahl			
	12	2	2	7	etwas schattig	24. 9.	nach 13 Tagen welk; nach 17 Tagen dürr.
	Blattst.			Blattfläche			
	5	4		mittelgroß			nach 3 Tagen dürr.
							nach 2 Tagen ganze Pflanzensprosse welk; einzelne Blätter fast dürr; nach 3 Tagen alle dürr.
Tabelle 60. *Phaseolus multifl.* Anzahl d. Versuche: 10 Versuche mit Wasserdampf Kontrollblätter (A-L)	Blatt-stiele		über der Blattstielbasis				
	9	9 (A-L)		große Blätter	sonnig	24. 7.	nach 6 Tagen welk; nach 11 Tagen dürr.
	11	10					
	12	2 (A-L)	5—7				nach 9 Tagen welk; nach 11 Tagen dürr.
							nach 2 Tagen welk; nach 6 Tagen dürr.
				Zahl			
Versuche mit Xylol	23	10 (B-w)	3—13	7	Laborator.-Versuche	17. 2.	nach 2 Tagen welk; nach 4 Tagen dürr.
Kontrollpflanze (A-L)	26	10 (B-w)	2—12	9			nach $^1/_2$ Tag welk; nach 1 2 Tagen dürr.

Geraniaceae.

	Länge d. Versuchspflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 61. *Geranium robertianum.*				Zahl			
Zahl der Versuche: 5	40	8 (A-L)	22—30	7	schattig, aber trocken	28. 6. nachm.	nach 9 Tagen welk; nach 11 Tagen dürr.
	50	8	13—21	8			nach 8 Tagen welk; nach 11 Tagen dürr.
	58	5 (A-L)	26—31	7			nach 8 Tagen unbedeutend welk; nach 11—12 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach $^1/_4$ Stunde welk; nach 7 oder 8 Tagen dürr.
							Die abgetöteten Pflanzen sind unmittelbar nach dem Abtöten ganz welk, erholen sich aber wieder und bleiben 8—9 Tage turgescent, um dann endgültig zu welken.
Tabelle 62. *Geranium dissectum.*	69	27 (A-L)	10—37	15	halbschattig	6. 7. abends	nach 7 Tagen färben sich die Blätter gelblich; nach 9 Tagen sind sie welk; nach 15 Tagen dürr.
	70	32	13—45	15			nach 7 Tagen welk; nach 14 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 6	74	3 (A-L)	35—38	16			nach 9 Tagen welk; nach 14 Tagen untere Blätter fast dürr, obere welk und karminrot, besonders am Rand.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 3 Tagen untere Blätter dürr, die mittleren welk, ganz an der Spitze noch frisch; nach 5 Tagen dürr.

	Blattstiele						
Tabelle 63. *Geranium silvaticum.*	17	11 (A-L)	2 13	große gesunde Blätter	halbschattig und feucht	19. 9.	nach 5 Tagen fleckig; nach 9 Tagen am Rande dürr; nach 11 Tagen vollständig dürr.
Zahl der Versuche: 5	14	2 (A-L)	7—9				nach 9 Tagen sind die Blätter rotgefärbt, die Blattnerven ausgenommen, welche grün bleiben; nach 11—12 Tagen fast dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 2 Tagen dürr.
							Deutliches Welken ist nicht zu beobachten.
Tabelle 64. *Pelargonium zonale.*	10	8	1 9	großes älteres Blatt	Zimmerpflanzen	13. 3.	nach 7 Tagen welk; nach 9 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 10	10	4	2—6	Blätter gleicher Größe und gleichen Alters			nach 10 Tagen welk; nach 13 Tagen beginnt zu dorren.
Versuche mit Blattstielen	9	8	0—8				nach 18 Tagen rotgefärbt; nach 25 Tagen dürr.
							nach 9 Tagen welk; nach 15 Tagen dürr.
			ob. Verzweig.				
Versuche mit Blütenschäften	14	3	6—10	7 Blütenknospen	„		nach 7 Tagen welk; nach 12 Tagen dürr.
							Zuerst welken die Hochblätter, dann die Blüten.
Kontrollblätter (B-w.)							nach 4 Tagen welk; nach 18—20 Tagen dürr.
Kontrollblüten (B-w.)							nach 3 Tagen welk; nach 7 Tagen dürr.

Tabelle 65.
Tropaeolum majus.

	Länge der Blattstiele	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über der Blattstielbasis	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 10	25	7 (A-L)	10—17	mittelgroße Blätter	schattig, nur am Morgen kurze Zeit der Sonne ausgesetzt	8. 8.	nach 11 Tagen welk; nach 13 Tagen dürr.
Versuche mit Wasserdampf	29	22 (A-L)	2—24				nach 3 Tagen welk; nach 11 Tagen dürr.
	29	21	2—23				wie vorige.
							Die abgetöteten Blattstiele schrumpfen sehr rasch zusammen.
Versuche mit Xylol	25	6			Topfpflanzen, im Zimmer gehalten	6. 7.	nach 4 Tagen welk; nach 7 Tagen dürr.
	31	20					nach 2 Tagen welk; nach 4—5 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen für die Versuche mit Wasserdampf (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 7 Tagen dürr.

Tabelle 66.		Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Oxalis acetosella.			
Zahl der Versuche: 12 Versuche mit Äther.	Eine Anzahl von Blattstielen wird auf kurze Strecke mit Äther abgetötet. Die Versuchspflänzchen sind alle gleichartig beschaffen. Der Standort ist feucht und schattig.	21. 9. vorm.	Sofort nach dem Versuch nehmen die Blättchen Schlafstellung ein, welche bis zum Abend innegehalten wird. Am andern Morgen sind sie wie normale Pflanzen anzusehen. Nach 4 Tagen tritt gelbe Färbung und Welken ein.
	Eine andere Partie wird mit bloßem Pinsel, ohne Äther, behandelt, um allfällige, schädliche Einflüsse mechanischer Natur zu kontrollieren.		Sofort nach dem Versuch Schlafstellung. Vom andern Tage an verhalten sie sich ganz normal und bleiben immer frisch. Knickung ist ohne Bedeutung für das Welken.
	Eine dritte Partie wird abgeschnitten und die Schnittfläche der Stiele mit A-L verklebt.[1]		Die Schlafstellung tritt im Vergleich zu den vorigen Versuchen viel langsamer ein (erst nach 10—15 Minuten nach dem Abschneiden); 1 Tag nach dem Abschneiden welk.
Versuche mit Xylol. Zahl derselben: 4.	Eine Partie von 4 Pflänzchen wird auf 3 cm Länge mit Xylol behandelt. Der Versuch wird an Topfpflanzen im Zimmer ausgeführt.	11. 4.	Die Schlafstellung unmittelbar nach Versuch habe ich nicht beobachtet. Nach 2 Tagen sind die Blättchen welk; nach 3 Tagen dürr. Die Topferde wurde stets ziemlich feucht gehalten. Kontrollpflanzen einige Stunden nach dem Abschneiden welk.

Euphorbiaceae.

Tabelle 67. *Euphorbia peplus.*	Länge d. Versuchspflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 6	12	3 (A-L)	1—4	zieml. gleichartig u. reich belaubt	sonnig	10. 8.	nach 8 Tagen welk; nach 10 Tagen dürr.
	12	9 (A-L)	1—10				nach 6 Tagen welk; nach 11—12 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 1—2 Tagen welk; nach 4 Tagen dürr.

Vitaceae.

Tabelle 68. *Vitis vinifera.*	Länge des Blattstieles	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Blattstielgrund	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 8	14	3 (A-L)	6—9	gleichbeschaffene große Blätter	sehr sonnig und warm	17. 8.	nach 5 Tagen dürr.
	10	5 (A-L)	4—9				nach 5 Tagen dürr; einige kleine Flecken von gelbroter Farbe.
	11	10 (A-L)	0—10				nach 9 Tagen in der Mitte des Blattes große gelbe Flecken, die übrige Fläche grün.
Kontrollblätter (A-L)							nach 2 Tagen dürr.
							Deutliches Welken ist nicht bemerkbar. Knicken der Blattstiele ist für das Welken ohne Bedeutung.

Tabelle 69. *Ampelopsis quinquefolia.*	20	18	1–19	gleichartige, große Blätter	sonnig	5. 8.	nach 6 Tagen welk; nach 15 Tagen fast dürr.
	24	3	15—18				nach 16 Tagen welk; 2 Tage vorher hatte ein Teilblättchen karminrote Färbung angenommen.
Versuche mit Blattstielen	19	8	8—16				nach 14–15 Tagen welk.
Anzahl derselben: 7 Kontrollblätter (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 10 Tagen dürr.
	Länge d. Äste		Lage derselben unter d. Spitze				
Versuche mit Ästen	98	17	11—28	circa 6 Blätter im Entfalten begriffen	mittags schattig, sonst der Sonne ausgesetzt	9. 5.	nach 11 Tagen sind die jungen Blättchen deutlich welk.
Zahl der Versuche: 10	105	18	70—88	wie vorige			nach 21 Tagen sind die jungen Blätter welk; nach 24 Tagen dürr.
	75	30	17—47	wie vorige			nach 1 Tag welk an dem apikalen Ende des Sprosses; nach 3 Tagen dürr.
	260	30	80—110	6 große, 1—3 cm lange Knospen			nach 2 Tagen Spitze welk; nach 7 Tagen dürr.
Kontrolläste (A-L)							nach 2—3 Tagen welk; nach 5 Tagen dürr.

Malvaceae.

	Länge d. Versuchsobjekte	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 70. *Malva neglecta.* Zahl der Versuche: 36				Zahl			
Versuche mit ganzen Sprossen; Wasserdampf.	35	14 (A-L)	10 24	8	sonnig	11. 7. vorm.	nach 5 Tagen ist das unterste Blatt welk; nach 11 Tagen dürr, nur die ganz jüngsten Blättchen noch wasserhaltig.
Kontrollzweige (A-L)	35	2 (A-L)	19—21	8			nach 11—12 Tagen welk; nach 16 Tagen dürr. nach 9 Stunden schon z. T. welk; nach 3 Tagen dürr.

Versuche mit Blattstielen; Wasserdampf	Länge d. Versuchsobjekte	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Blattstielgrund	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
	13	3 (A-L)	2—5	Gleichartige große Blätter	sonnig	11. 7. vorm. und 14. 7. abends	nach 3 Tagen welk; nach 6 Tagen dürr.
	16	11	2—13				nach 1 Tag welk; nach 4—5 Tagen dürr.
	15	9—10 (A-L)	2—12				nach 1 Tag welk, nach 4 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 6—9 Stunden welk; unmittelbar nach dem Abschneiden vollständig frisch.
Versuche an Blattstielen mit Äther	10	2	5—7	mittelgroße Blätter	sonnig	18. 7.	nach 10 Minuten welk; nach 2 Tagen dürr.
	12	4	6—10				
Versuche an Blattstielen mit Xylol.	16	4	8—12	kleinere Blätter	sonnig	24. 4.	nach 15 Minuten welk; erholen sich nicht mehr.
	13	2	5—7				
	8	2	3—5				
Kontrollblätter (A-L)							nach $^1/_2$ Tag welk; nach 1—2 Tagen dürr.
							Unmittelbar nach dem Abtöten sowohl mit Wasserdampf, Äther und Xylol sind die Blätter stark welk; im ersten Fall erholen sie sich bald wieder — wenigstens über Nacht —, so daß am 12. 7. alle turgescent aussahen. Knickung der Blattstiele ist ohne Bedeutung für das Welken.

Tabelle 71.

Hypericum patulum

	Länge der abgetöt. Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
	83	12 (A-L)	19—31	20	sonnig	12. 7. nachm.	welk nach 23 Tagen; nach 26 Tagen dürr. Am 4. 8. sind alle Blätter vollständig turgescent; am 5. 8. stark welk.
Zahl der Versuche: 8	80	13	16—29	18			ganz wie vorige.
	75	1,5 (A-L)	10 11,5	18			nach 26 Tagen etwas heller gefärbt als die anderen Pflanzen. aber noch turgescent; nach 30 Tagen welk; nach 34 Tagen beginnen die Blätter zu dorren.
Kontrollpflanzen (A-L)	78	17	10 - 27	12			wie die erste Pflanze.
							nach 1 Tag obere Blätter stark welk, untere weniger; nach 4 Tagen dürr und braun, die Spitze ausgenommen, welche noch grün ist.
							Das Welken beginnt unten und schreitet rasch nach oben fort. Da beim Abtöten auf längere Strecken mehrere Blätter entfernt werden mußten, wurden Kontrollversuche auf Blattentfernung angestellt. Diese waren aber ohne Bedeutung.
Zahl der Versuche: 6	28	6	3—9	10	wie vorige	19. 5.	nach 10 Tagen untere 4 Blätter welk; obere nach 12 Tagen. Ebenso der Versuch mit A-L-Verkleidung und einer Zone von 6 cm, mit 10 Blättern.
	30	3	3—6	10			nach 10 Tagen Beginn des Welkens an den unteren Blättern.
	26	1	3 —4	8			nach 15—16 Tagen welk an den unteren Blättern. $^1/_2$ Tag nach dem Abschneiden welk.
Kontrollpflanzen (A-L)							Noch am 6. Tage nach dem Abtöten zeigten die jüngsten Blätter sehr schön die Tropfenabscheidung. Die Stengel waren vom 3. Tage an an den toten Strecken braun und zusammengefallen.

Cistaceae.

Tabelle 72. *Helianthemum vulgare*

	Länge d. Versuchspflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 5	17	10 (A-L)	2—12	6 Blätter	Bergwiese, schattig	24. 9.	nach 3 Tagen welk; nach 13 Tagen dürr.
	18	2 (A-L)	4—6	wie vorige			nach 4 Tagen welk, ausgenommen die obersten Blättchen. Auch die Spitzen der Listenzweige sind noch frisch. Nach 15—17 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 3 Tagen dürr.

Violaceae.

Tabelle 73. *Viola odorata.*

	Länge d. Versuchspflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 5	12	4	5—9	mittelgroße, gleichartige Blätter	schattig	31. 5.	nach 10 Tagen welk, unbedeutend.
	12	6	3—9				am 10. Tage nach dem Abtöten welk.
	13	3	8—11				am 10. Tage nach dem Abtöten noch frisch.
							am 11. Tage nach dem Abtöten mußten die Versuche abgebrochen werden.
Kontrollblätter (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 6 Tagen dürr.

Begoniaceae.

Tabelle 74. *Begonia hybrida.*

	Länge des Blattstieles	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über der Blattstielbasis	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 14	4	4		4 : 4	Topfpflanze, im Zimmer gehalten	31. 1.	nach 5 Tagen welk; nach 26 - 30 Tagen dürr.
	4,5	1,5	2—3,5	4 : 4			nach 6 - 7 Tagen welk; nach 30—35 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 3 Wochen dürr.

Onagraceae.

Tabelle 75. *Epilobium montanum.*

	Länge der abgetöt. Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 5	50	12 (A-L)	3—15	60	schattig	12. 7.	nach 5 Tagen welk; nach 7 Tagen dürr.
	50	1—2 (A-L)	2—4	62			nach 7 Tagen welk.
	70	12	3—15	65			nach 5—6 Tagen welk; nach 7 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 4 Tagen dürr.

Tabelle 76.
Onothera biennis.

	Länge der abgetöt Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 5	83	20 (A-L)	4—24	gleichmäßig reich beblättert	sonnig	11. 7.	nach 5 Tagen die untersten Blätter rot, aber turgescent; nach 9 Tagen beginnt die Pflanze zu welken; nach 12 Tagen einige Blätter an den Spitzen dürr; nach 17 Tagen vollständig dürr.
	90	2	22—24				nach 16 Tagen welk, nach 18 Tagen untere Blätter bereits dürr.
	84	20	3—23				nach 5—9 Tagen welk, unterste Blätter rot; nach 11 Tagen untere Blätter dürr, oberste noch turgescent; nach 17 Tagen dürr und braun, die obersten Blättchen welk.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen stark welk; nach 6—7 Tagen vollständig dürr.

Tabelle 77.
Circaea lutetiana.

	Länge des Blattstieles					
Zahl der Versuche: 3	4	3,5 (A-L)	große Blätter	sonnig	8. 8.	nach 1 Tag welk; nach 5 Tagen dürr.
	3	2,5				
Kontrollblätter (A-L)						nach 1 Tag fast dürr.

	Länge der Blattstiele	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über der Blattstielbasis	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 78. *Aegopodium podagraria.*							
Zahl der Versuche: 15	18	15 (A-L)	1—16	großes Blatt	schattig und etwas feucht	6. 5. vorm.	nach 16 Tagen dürr und leicht rot gefärbt.
	21	8 (A-L)	3—11	„			nach 18—19 Tagen dürr, stärker gefärbt als vorige.
Kontrollblätter (A-L)	20	8	4—12	„			wie der erste Versuch.
							nach 4 Tagen stark welk; nach 7—8 Tagen dürr. Die abgetöteten Pflanzenteile bleiben sehr lange frisch. Welken tritt nicht ein. Bevor die Blätter zu dorren beginnen, wird d. Spitze meist stark rot gefärbt.
Tabelle 79. *Chaerophyllum temulum.*	48	10 (A-L)	10—20	großes Blatt	feucht und schattig	25. 6.	nach 9 Tagen am Rande dürr; nach 11 Tagen vollständig dürr.
	52	28 (A-L)	5—32	„			nach 3 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 10	50	22 (A-L)	6—28	„			nach 9 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)	44	11	5—16	„			nach 9—11 Tagen dürr. Große Blätter welken vorher als kleinere. Die Kontrollblätter, welche vorstehenden Versuchen entsprechen, sind nach 3 Tagen dürr.
Tabelle 80. *Aethusa cynapium.*	Läng. d. Pflanze						
	75	46 (A-L)	1—47	mittelgroße Blätter: Zahl: 6	nachmittags sonnig	10. 8. nachm.	nach 2 Tagen untere Blätter welk; nach 5 Tagen an den oberen Blättern braune Flecken; nach 9 Tagen halb dürr.
Zahl der Versuche: 3	60	4 (A-L)	9—13				nach 9 Tagen, als die Versuche abgebrochen werden mußten, alle Blätter noch frisch.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen stark welk; nach 5 Tagen dürr.

	Länge der Blattstiele	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 81. *Heracleum sphondylium.*				Länge in cm			
Zahl der Versuche: 12	45	20 (A-L)	7 – 27	55	vormittags sonnig, nachmitt. schattig	24. 6. vorm.	nach 9 Tagen bedeutend welk, rot gefärbt; nach 13 Tagen dürr.
	25	10 (A-L)	7—17	53			nach 9 Tagen unbedeutend welk; nach 13 Tagen stark welk und beginnt teilweise zu dorren; nach 17 Tagen dürr.
Versuche mit Wasserdampf	33	10 (A-L)	10 - 20	30			wie vorige, etwas früher welk (nach 7 Tagen).
	45	6 (A-L)	20 26	40			nach 9 Tagen welk; nach 17—19 Tagen dürr.
Versuche mit Parenchymentfernung	43	6 (A-L)	20—26	40		24. 6. vorm.	nach 9 Tagen unbedeutend welk, aber sehr stark rot gefärbt; ein Teilblatt, das im Schatten gelegen, ist ganz grün; nach 19 Tagen dürr.
	45	11 (A-L)	20—31	42		27. 6. abends	nach 6 Tagen welk; nach 13 Tagen am Rande dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 7—8 Tagen dürr.
Tabelle 82. *Anthriscus silvestris.*	47	30 (A-A)	8 – 38	große Blätter	schattig	25. 6.	nach 3 Tagen am Rande dürr; nach 10 Tagen ganze Blattspreite dürr.
	50	30	9—39				
	55	16 (A-L)	5—21				nach 12 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 10	38	20 (A-L)	8—28	kleine, jüngere Blätter			nach 12 Tagen welk und gelblich; nach 14 Tagen dürr.
	50	16 (A-L)	5 - 21				
Kontrollblätter (A-L)							Jüngere und ältere Blätter dorren ziemlich gleichmäßig; nach 2 Tagen fast dürr.

Aristolochiaceae.

Tabelle 83. *Aristolochia sipho.*

	Länge des Astes	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über der Astbasis	Blattfläche und -zahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 5							
	120	30 (A-L)	10—40	6 große Blätter	vormittags schattig; von	19. 7.	nach 4 Tagen welk; nach 6 Tagen halb dürr.
	118	6 (A-L)	9—17	7 große Blätter	Mittag bis gegen Abend		nach 5 Tagen welk; nach 9 Tagen dürr.
	78	6 (A-L)	20—26	4 große und 2 kleine Blätter	sonnig		nach 5—6 Tagen welk; nach 9 Tagen dürr.
Kontrolläste (A-L)							nach 1 Tag stark welk; nach 2 Tagen dürr.

Ericaceae.

Tabelle 84. *Rhododendron hirsutum.*

	Länge des Astes	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben unter der Spitze	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 5	20	10 (A-L)	10—20	16	sonnig, im Steingeröll	23. 9.	Als am 10. X. die Versuche abgebrochen werden mußten, war noch nicht die geringste Veränderung eingetreten. Nicht einmal der Kontrollast zeigte eine Spur des Wassermangels.
	30	5 (A-L)	25—20	18			
	50	20 (A-L)	30—50	26			
Kontrollast (A-L)							

Tabelle 85. *Primula elatior.*	Länge der Blattstiele	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über der Blattstielbasis	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 10	7	2	2—4		halbschattig und feucht	5. 8.	nach 3 Tagen welk; nach 10 Tagen dürr. Der Unterschied zwischen den Versuchspflanzen mit kurzer und langer Strecke ist unbedeutend.
	7	7					
	6	6 (A-L)					
Kontrollblätter (A-L)							nach 3 Tagen dürr; nach 1—1½ Tagen welk.
Tabelle 86.	12	10 (A-L)	1—11	ca. 8 : 6	Topfpflanze, im Zimmer gehalten	17. 4.	nach 1½ Tagen welk; nach 3 Tagen dürr.
Primula obconica.	12	10 (Par.)	1—11	„ 8 : 6			nach etwas weniger als 2 Tagen welk; nach 8 Tagen dürr. Der Unterschied zwischen der ersten, zweiten und vierten Reihe ist gering.
Zahl der Versuche mit Wasserdampf: 16	13	2 (A-L)	2—4	„ 8 : 5			nach 12—14 Tagen welk, nach 21—24 Tagen dürr.
	12	10	1—11	„ 7 : 6			wie die erste Reihe.
Zahl der Versuche mit Xylol: 10	11	10 (A-L)	0—10	„ 8 : 6		25. 1.	nach 3 Tagen welk; nach 4 Tagen dürr.
	10	3 (A-L)	3—6	„ 7 : 6			nach 13 Tagen stark welk; nach 19—20 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)						17. 4. 25. 1.	nach 1—2 Tagen welk; nach 45 Tagen dürr.

Oleaceae.

Tabelle 87. *Ligustrum vulgare*	Länge des Astes	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über der Astbasis	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 2	45	21	4 25	gleichmäßig reich beblättert	sonnig	17. 8.	nach 3 Tagen welk; nach 8 Tagen Anfang des Dorrens.
Kontrollast (A-L)	45	3	27—30				nach 7 Tagen stark welk; nach 13 Tagen dürr.
							am 3. Tag stark welk; am 7. Tage dürr.

Gentianaceae.

Tabelle 88. *Gentiana asclepiadea.*	Länge der Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 6	56	29	1— 30	mittelgroße gleichartige Blätter	schattig	19. 9.	nach 6 Tegen rollen sich die unteren Blätter ein; nach 11 Tagen dürr.
	56	5,5	25—30,5				nach 13 Tagen einige Blätter gelblich; nach 19 Tagen dürr.
Kontrollpflanze 50 cm lang (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 5—6 Tagen dürr.
							Deutliches Welken ist nur an der Kontrollpflanze zu sehen.

Tabelle 89. *Gentiana lutea.*	Läng. v. Blatt m. Stiel						
Zahl der Versuche: 3	26	9	0 – 9	15 : 9	sonnig, etwas feucht	24. 9.	nach 3 Tagen dürr.
Kontrollblatt (A-L)	27	3,5	0—3,5	16 : 6			nach 4 Tagen stark welk; nach 16 Tagen dürr.
							nach 2 Tagen dürr.

Apocynaceae.

	Länge der Pflanze	Abgetötete Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 90. *Vinca minor.*							
Zahl der Versuche: 18	30	9 (A-L)	6—15	6	am Morgen wenig, nachher ziemlich schattig	29. 3.	nach 5 Tagen treten die Blattadern deutlich hervor; nach 10—12 Tagen fleckig, nach 19 Tagen dürr und gelb.
	23	3 (A-L)	3—6	6			nach 12 Tagen welk;[1]) nach 21 Tagen einige untere Blättchen dürr, obere noch grün.
	23	6 (A-L)	6—12	6			
	38	9	5—14	5			wie die Pflanze, welche an erster Stelle angeführt ist.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 5 Tagen braune Flecken; nach 6—8 Tagen dürr.
Tabelle 91. *Vinca major.*	120	3 (A-L)	40—43	11	sonnig	12. 7.	nach 32 Tagen welk; nach 40—42 dürr. Das Welken erfolgt von oben nach unten.
	121	10 (A-L)	40—50	12			nach 15 Tagen welk, die oberen Blätter stärker als die unteren; nach 32 Tagen dürr, nur die zwei untersten Blätter noch etwas wasserhaltig.
Zahl der Versuche: 8	100	2 (A-L)	16—18	zwischen der 1. u. 2. Zone 4 Bl.			oberste Partie welk nach 16 Tagen; nach 34 Tagen dürr; die mittlere Partie nach 40 Tagen fast dürr; die unterste Partie hält sich $1^1/_2$ Monat turgescent, beginnt nach 48—49 Tagen zu gelben und ist nach ca. 55 Tagen dürr.
		2 (A-L)	38—40	zw. d. 2. u. 3. Zone 8 Bl.			
		2 (A-L)	72—74	zw. d. 3. Zone u. Spitze 6 Bl.			
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 1 Tag: die obersten Blätter welk, die unteren turgescent; nach 4 Tagen halb dürr; nach 20—22 Tagen vollständig dürr. Kontrollpflanzen auf Blattentfernung und Knickung blieben immer frisch.

[1]) Das Welken ist sehr undeutlich, hingegen sieht man, daß Wassermangel eingetreten ist.

Convolvulaceae.

Tabelle 92.

Convolvulus sepium.

	Länge der Pflanze	Abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
	170	24 (A-L)	65—89	15	halbschattig	8. 7. nachm.	nach 4 Tagen die 6 untersten Blätter welk; nach 14 Tagen halbdürr, die Spitze ausgenommen; nach 20 Tagen dürr und braun, die Spitze noch etwas wasserhaltig.
Zahl der Versuche: 6							
	180	24	60—84	14			nach 6 Tagen welk, auch die Spitze; nach 20 Tagen dürr.
	175	2 (A-L)	78—80	14			nach 8 Tagen die 3 untersten Blätter welk; nach 13 Tagen ganz welk; nach 20 Tagen dürr.
	70	3 (A-L)	0—3	12			nach 8 Tagen untere Blätter welk, Spitze frisch; nach 19 Tagen dürr.
Kontrollpflanze (A-L)							nach 1 Tag Basis welk, sonst frisch; nach 8 Tagen untere Blätter dürr, die übrigen stark welk; nach 11 Tagen dürr.

Borraginaceae.

Tabelle 93.

Myosotis silvatica.

	Länge der Pflanze	Abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
* Zahl der Versuche: 6	40	5 (A-L)	14—19	12	ziemlich schattig	21. 5. nachm.	nach 7 Tagen welk; nach 9 Tagen dürr.
	42	23 (A-L)	1—24	13			nach 3—4 Tagen welk; nach 7 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 5 Tagen dürr.

Verbenaceae.

Tabelle 94. *Verbena hybrida.*	Länge der Pflanze	Abgetötete Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 5	28	13 (A-L)	3—16			10. 8.	nach 2 Tagen welk; nach 8 Tagen dürr.
	13	2,5 (A-L)	5,5—8				nach 9 Tagen welk; nach 11 Tagen Beginn des Dorrens.
Kontrollpflanze (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 3 Tagen dürr.

Labiatae.

Tabelle 95. *Stachys silvatica.*	Länge der Pflanze	Abgetötete Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 9	73	10 (A-L)	11—21	reich und gleichmäßig beblättert. Blätter groß und gestielt	schattig und feucht	28. 6.	nach 6 Tagen welk, untere Blätter stärker welk als obere; nach 13 Tagen dürr.
	72	10	10—20				nach 6 Tagen welk; nach 13 Tagen dürr.
	75	10 (A-L)	45—50				nach 6 Tagen welk; nach 12 Tagen dürr.
	72	7,5(A-L)	50—60				nach 10 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 3—4 Tagen dürr. Das Welken beginnt unten. Die Blüten bleiben am längsten turgescent.
Tabelle 96. *Salvia officinalis.*	50	10 (A-L)	2—12	50	sonnig	5. 7. nachm.	nach 8 Tagen welk; nach 12 Tagen untere Blätter braunrot; nach 16 Tagen dürr.
	58[1])	2 (A-L)	18—20	10			nach 16 Tagen dürr; deutl. Welken nicht bemerkbar.
Zahl der Versuche: 4	56	2 (A-L)	12—14	52			nach 10 Tagen welk; nach 20 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2—3 Tagen welk; nach 5 Tagen dürr.

[1]) Ist eine Pflanze mit sehr vielen Blüten.

Tabelle 97.
Lycium barbarum.

	Länge der abgetöt. Strecke	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben unter der Sproßspitze	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 16	46	7,5	25– 32,5	reich beblättert, Blätter sind noch klein	ziemlich schattig, am Vormittag ca. 2 Stdn. Sonne	1907 7. 5. abends	nach 20 Tagen welk, zu einem kleinen Teil schon gelb; nach 25 Tagen dürr.
	70	5	17—22				nach 20 Tg. gelb; nach 29 Tagen ganz an den Spitzen der Seitensprosse noch frisch; je weiter davon entfernt, desto mehr welk oder dürr. Vom 7. bis 12. Mai wurden ob d. getöt. Zone 4 neue, kräft. Schosse gebild.
	131	20	40—60				nach 18 Tagen welk; nach ca. 23 Tagen dürr.
	183	20	50—70				nach ca. 17 Tg. welk; nach 20 Tg. viele Blätter gelb; nach 29 Tg. die unteren Blätter dürr. 3 Schosse u. 1 Blütenknospe wurden seit dem Abtöten gebildet.
Kontrolläste (A-L) 50 und 100 cm lang	68	5	55—60	zahlreiche und relativ große Blätter	wie oben	8. 7. nachm.	nach 1—2 Tagen welk.
	80	4	70 74				nach 6 Tagen welk; nach 16 Tagen dürr.
							wie vorige, nur schritt das Welken anfangs etwas rascher vor von unten nach oben.
							am 13.—16. erholten sich zuweilen mehrere Blätter, welche zunächst an der getöteten Zone lagen und am Abend zuvor deutlich welk waren. Abgeschnittene Blätter aber wurden über Nacht welk. Die ersten Zeichen des Wassermangels bestehen meistens in einer Einrollung der Blattspitzen.
Kontrolläste (A-L)	75	28	20—48	Bei Beginn des Versuches 62 Bl. Am 1. Juli 189 Bl.	wie oben	1908 7. 5. nachm.	nach 1 Tag welk; nach 6 Tagen halb dürr.
							bis 1. Juli hatten sich 9 neue Seitenzweige gebildet mit 127 neuen Blättern normaler Größe. Nach 22-23 Tg. ist die größte Zahl der Blätter, welche am Hauptast sich finden, welk. Die Seitenzweige bleiben lange frisch; derjenige, der dem apikalen Astende zunächst liegt, besitzt am 1. Juli noch einige turgescente Bl.
			ob. Astbasis				
	90	40	5 45	110	wie oben	11. 5. abends	nach 7 Tg. welk, nur die Bl. ganz an d. Sproßspitze noch turgesc.; nach 17 Tg. unterst. Bl. dürr, oberste noch turgesc.; nach 22 Tg. Spitze welk, sonst dürr.
Kontrolläste (A-L)	79	38	3—41	17			nach 1 Tag z. T. welk.

Tabelle 98. *Physalis alkekengi.*	Länge d. Versuchspflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 6	64	18 (A-L)	1—19	Belaubung bei allen Pflanzen dieselbe	Morgens und abds. schattig, mittags sonnig	9. 7. mittags	nach 12 Tagen welk, untere Blätter welker als obere; nach 13 Tagen alle rot angelaufen. Nach 28 Tagen dürr und braun.
	61	18	1—19				nach 11 Tagen sind die Blätter, welche der Sonne ausgesetzt waren, rot, alle sind welk; nach 26—28 Tagen dürr und braun.
	60	2 (A-L)	15—17				nach 13 Tagen die untersten Blätter rötlich, alle turgescent; nach ca. 20 Tagen welk; nach 30—32 Tagen dürr und braun.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 6 Tagen dürr. Der Kelch färbt sich statt rot tief braun. Das Welken schreitet langsam von unten nach oben hin vor. Blattentfernung blieb ohne Einfluß auf das Welken.
Tabelle 99. *Petunia hybrida.*	38	2,5 (A-L)	18—20,5	gleich stark belaubt	sonnig	10. 7. vorm.	nach 2 Tagen welk, besonders die unteren Blätter; nach 8 Tagen stark welk; nach 11 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 3	32	11 (A-L)					nach 1 Tag welk; nach 8 Tagen fast dürr.
Kontrollpflanze (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 3 Tagen dürr.
Tabelle 100. *Solanum tuberosum.*	Länge d. Blattstieles	über Blattstielbasis		Länge des Blattes			
	6	2 (A-L)	1—3	20 cm	sonnig	20. 7.	nach 7 Tagen welk; nach 10 Tagen zum größten Teil dürr.
Zahl der Versuche: 6	6[1]	10	1—11	20 „			nach 8 Tagen welk; nach 10 Tagen dürr.
	3,5	(A-L)	0—2	9 „			nach 9—10 Tagen welk; nach 12 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 1—2 Tagen welk; nach 4 Tagen dürr.

[1]) Die Blattfläche wurde um 4 Teilblättchen reduziert, die Wunde mit A-L verklebt.

Tabelle 101. *Nicotiana tabacum.* Zahl der Versuche: 6	Länge des Blattes					Kontrolle und Bemerkungen
	11	4 (A-L)	0—4	sonnig	9. 8.	nach 9—10 Tagen welk; nach 12 Tagen dürr.
	10	2 (A-L)	0—2			nach 10 Tagen welk; nach ca. 13 Tagen dürr.
Kontrollblätter (A-L)						nach 4 Tagen welk; nach 9 Tagen Beginn des Dorrens.

Scrophulariaceae.

Tabelle 102. *Veronica arvensis.*	Länge der Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 12	30	3,5 (A-L)	6—9,5	obere Blätter klein, untere groß, gleich beblättert	sonnig, nur gegen Abend schattig	7. 6.	nach 18 Tagen stark welk, untere Blätter mehr als obere; nach 22 Tagen vollständig dürr.
	28	2 (A-L)	4—6				ganz ähnlich wie vorige.
	10	1 (A-L)	1—2				nach 20 Tagen dürr, die Spitze noch wasserhaltig und anscheinend turgescent. Bei mehreren Versuchen trat auf der Blattunterseite Rotfärbung ein.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 3 Tagen welk; nach 9 Tagen dürr.
Tabelle 103. *Veronica hederifol.*	30	4 (A-L)	9—13	mittelgroße Blätter	schattig	8. 6.	nach 9 Tagen welk; nach 13—14 Tagen dürr.
	28	4 (A-L)	7—11				nach 9 Tagen welk, z. T. halb dürr; nach 13 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 9	39	2 (A-L)	3—5				nach 9—10 Tagen welk, nach 13 Tagen dürr.
Mit Wasserdampf: 5							Die Blätter färbten sich nach dem Welken rotbraun.

Versuche mit Parenchym-entfernung: 4	Länge der Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
	30	4 (A-L)	9—13	mittelgroße Blätter	schattig	8. 6.	nach 6 Tagen einige Blätter an der Basis welk, sonst turgescent; nach 9 Tagen ganz welk; nach 14 Tagen dürr. Ein deutlicher Unterschied ist nicht erkennbar.
	28	2 (A-L)	4—6				
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2—3 Tagen welk; nach 8 Tagen dürr.
Tabelle 104.				Zahl der Blätter			
Veronica chamaedrys.	30	10 (A-L)	3—13	10	schattig	24. 5.	nach 10 Tagen dürr.
	24	3,5 (A-L)	2—5,5	10			wie vorige. Der Unterschied ist unbedeutend.
Zahl der Versuche: 7	29	2 (A-L)	2—4	11			
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 6 Tagen dürr. Welken ist nicht deutlich sichtbar.
Tabelle 105.	128	10 (A-L)	19—29	ähnlich gebaute, blattreiche Pflanzen	sonnig	28. 6. vorm.	nach 9 Tagen welk, die Blüten ausgenommen. Die beiden untersten Blätter sind heller als die andern.
Verbascum lychnitis.	90	25 (A-L)	8—33				nach 6 Tagen welk: nach 13 Tagen oberste Blätter stark welk, die Großzahl aber vollständig dürr.
Zahl der Versuche: 6	90	7 (A-L)	19—26				nach 11 Tagen unterstes Blatt rot und welk, die drei folgenden welk, die oberen turgescent; nach 13 Tagen untere Blätter dürr, die mittleren welk, oberste noch frisch.
Kontrollpflanze (A-L) 60 cm lang							nach 4 Tagen welk; nach 11 Tagen die Großzahl der Blätter dürr.
							Am 13. Tage nach dem Abtöten mußten die Versuche abgebrochen werden.

Tabelle 106.
Plantago major.

	Länge der Blattstiele	Länge der abgetöt. Zone	Lage derselben über dem Boden	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche mit Wasserdampf: 6	12	3,5 (A-L)	3—6,5	10 : 11	sonnig	6. 7. vorm.	nach 5 Tagen rötlich gefärbt; nach 10 Tagen welk und rot; nach 28 Tagen dürr. Die Blattnerven blieben grün.
	13	12 (A-L)	1—13	10 : 11			nach 10 Tagen welk, stärker als vorige; nach 23 Tagen dürr. Rotfärbung wie vorige.
	13	12	1—13	10 : 11,5			wie vorige.
Kontrollblätter (A-L)							nach 3 Tagen welk; nach 10 Tagen Eintritt der Dürre.
Zahl der Versuche mit Äther: 4.	18	10	5—15	12 : 13	wie oben	13. 7. nachm.	nach 9 Tagen welk, Blattspreiten braunrot, die Adern ausgenommen, welche grün blieben; nach 21 Tagen dürr.
	18	3—4 (B-w.)	4—8	11 : 13			nach ca. 11 Tagen welk; nach 22 Tagen dürr. Färbung wie bei voriger Versuchspflanze.
	10	3—4 (B-w.)	4—8	8 : 6			wie vorige.
Zahl der Versuche mit Parenchymentfernung: 4	15	3 (B-w.)	3- 7	10 : 11	wie oben	13. 7. nachm.	} nach 11 Tagen welk; nach 20 22 Tagen dürr.
	13	4 (B-w.)	5—9	11 : 12			
Kontrollpflanzen (B-w.)							nach 3 Tagen welk; nach 6 Tagen dürr.

	Länge des Astes	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben unter der Astspitze	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 107. *Lonicera caprifolium.*							
Zahl der Versuche: 8	350	30 (A-L)	230 260	sehr reich beblättert ca. 160 Bl.	sonnig	1. 6.	nach 7 Tagen welk; nach 10—11 Tagen dürr. Das Welken und Dorren beginnt an den untersten Blättern und schreitet langsam gegen die Spitze vor.
	320	30	220—250	ca. 150 Bl.			nach 6—7 Tagen welk; nach 10—11 Tagen dürr.
	180	12	150—162	ca. 70 Bl.			nach 6 Tagen welk; nach 8 Tagen beginnt zu dorren.
	75	8	25—33	20 Bl.		21. 5.	nach 9 Tagen beginnt zu welken; nach 19 Tagen, als der Versuch unterbrochen wurde, stark welk, aber noch nicht dürr.
	16	4 (A-L)	4,5—8,5	2 Bl.			nach 6 Tagen unbedeutend welk; nach 19 Tagen wie der vorige Versuch.
	195	13	75—88	55 Bl.			nach 6 Tagen wenig welk; nach 19 Tagen beginnt zu dorren.
Kontrolläste (A-L) 1 m und 220 cm lang							nach 1 Tag welk; nach 6 Tagen dürr.
30 cm lang							nach 1 Tag welk; nach 5 Tagen dürr.
Tabelle 108. *Lonicera tartarica.*	200	30	150—180	120 Bl.	etwas schattig	1. 6.	nach 7 Tagen welk; nach 12 Tagen dürr, besonders die Sproßspitzen.
Zahl der Versuche 3	180	5	140—145	130 Bl.			nach 10—11 Tagen welk; nach 13 Tagen dürr.
Kontrollast (A-L)							nach 1—2 Tagen welk; nach 3 Tagen dürr.
							Das Welken beginnt bei den oberen Blättern.

Tabelle 109. *Diervillea florida.* Zahl der Versuche: 4 Kontrollast (A-L) 50 cm lang	48	28	17–45	Zahl der Blätter 45–50 gleichartig beblättert.		8. 8.	nach 10 Tagen welk; nach 15 Tagen dürr.
	45	4	39—44				nach 15 Tagen welk.
	50	12	34 46				nach 11 Tagen welk; nach ca. 17 Tagen dürr.
							nach 2 Tagen welk; nach 9 Tagen dürr.
Tabelle 110. *Symphoricarpus racemosus.* Zahl der Versuche: 3 Kontrollast (A-L	56	27 (A-L)	Astbasis 3—30	17	sonnig	9. 7.	nach 4 Tagen welk; nach 10 Tagen dürr.
	72	6 (A-L)	2—28	22			nach 9—10 Tagen welk; nach 15 Tagen dürr.
							nach 2 Tagen welk; nach 4 Tagen dürr.
							Das Welken der abgetoteten Aeste beginnt unten und schreitet langsam gegen die Spitze vor.
Tabelle 111. *Sambucus nigra.* Zahl der Versuche an Aesten mit halbentfalteten Blättern: 10 Kontrollast (A-L)	87	20	0-20 üb. Bod.	Die Blätter sind oben entfaltet und noch klein gleichartig belaubt.	feucht und halbschattig	12. 4.	nach 11 Tagen welk; nach 23 Tagen dürr.
	105	12	15-27 üb. Bod.				nach 7—13 Tg. welk; nach 11—15 Tg. fast dürr.
							nach 2 Tagen welk; nach 6 Tagen dürr.
							Die abgetoteten Aeste bleiben lange unverändert, welken dann sehr rasch, so daß oft an demselben Tag die Blättchen bis gegen Mittag frisch aussehen, nachmittags aber sehr stark welken.
Zahl der Versuche an Zweigen mit normalen Blättern: 8 Kontrollobjekte (A-L) 90 cm lang, mit 10 Bl. 120 cm lang, mit 14 Bl.	90	20	20—40	10 Bl.	wie vorige	19. 5. abends	nach 2 Tagen welk, untere Blätter mehr als obere.
	92	3	23—26	10 „			nach 9 Tagen unten 4 Blätter welk; nach 10 Tagen untere Blätter am Rande bräunlich.
	120	20	10 30	14 „			nach 10 Tagen untere 4 Blätter welk.
	124	2	25—27	12 „			nach 12—13 Tagen untere Blätter welk.
							nach 1 Tag beide Kontrolläste stark welk.
							nach 5 Tagen Beginn des Dorrens.

[1]) Sind jüngere Schosse. [2]) Sind ältere Schosse; der Altersunterschied übersteigt aber nicht 3 Wochen.

Adoxaceae.

Tabelle 112.

Adoxa moschatellina.

Zahl der Versuche: 10

Kontrollpflanzen (A-L)

Länge der Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
12	7(Par.)	2—9	gleichgroße Blätter	etwas schattig	10. 6. nachm.	} nach 7 Tagen welk.
18	7	2—9				nach 18 Tagen turgescent. Länger konnten die Versuche nicht verfolgt werden, da die Pflänzchen von Feuchtigkeit zu sehr gelitten hatten.
11	2(Par.)	3—5				nach 5 Tagen stark welk; nach 7 Tagen dürr.
						Kontrollversuche auf Knickung waren bedeutungslos. — Unmittelbar nach dem Abtöten sind die Blätter stark welk, erholen sich aber im Verlaufe desselben Abends wieder.

Campanulaceae.

Tabelle 113.

Campanula trachelium.

Zahl der Versuche mit Parenchymentfernung: 10

Zahl der Versuche mit Xylol: 4

Kontrollblätter (A-L)

Länge des Blattstieles	Länge d. Versuchszone	Lage derselben über dem Blattstielgrund	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
16	2(A-L)	6—8	6 : 3	sonnig	6. 5.	nach 11 Tagen welk; } nach 14 Tagen am
12	2	6- 8	6 : 3			nach 11—12 Tagen welk; } Rande dürr.
16	8 (Par.)	5—13	7 : 5			nach 10 Tagen wenig welk; nach 16 Tagen dürr.
14	6(Par.)	4 10	6 : 3			nach 8 Tagen welk; am 11. dürr.
12	2(A-L)	2—4	7 : 5	wie oben	6. 5.	} nach 8 Tagen welk; nach 10 Tagen dürr.
12	2(A-L)	2—4	6 : 4			
13	7(A-L)	2—9	6 : 4			nach 8 Tagen halb dürr.
						nach 1 Tag welk; nach 2 Tagen dürr.

Tabelle 113 (Forts.). *Campanula trachelium.*	Länge des Blattstieles	Länge d. Versuchszone	Lage derselben über der Blattstielbasis	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche mit Wasserdampf, mit Blattstielen: 12	18	12,5 12,5	4 16,5	13 : 9	sonnig	13. 7. nachm.	nach 6 Tagen stark welk. Die Blattränder gelb; nach ca. 12 Tagen tritt Rotfärbung ein; nach 13 Tagen dürr.
	18	(A-L)	5—17,5	14 : 9			
Kontrollblätter (A-L)	12	2 (A-L)	3 - 5	14 : 8			nach 10 Tagen welk: nach 13 Tagen dürr.
							nach 3 Tagen dürr: nach $^1/_2$ Tag welk.
				Zahl d. Blätter			
Versuche mit ganzen Pflanzen; Abtötungsmittel: Wasserdampf.	90	15 (A-L)	4 19	16	wie oben	5. 8.	welk nach 7 Tagen: dürr nach 13 15 Tagen.
Zahl derselben: 6	80	58 (A-L)	2—60	17			nach 5 Tagen welk: nach 10 Tagen fast dürr.
	117	2 (A-L)	3—5	20		13. 7.	n. 11 Tag. welk u. Blätter rotpunktiert; n. 15 Tag. dürr.
Kontrollpflanze (A-L)						5. 8.	nach 1 Tag welk; nach 6—7 Tagen dürr.
Tabelle 114. *Campanula rapunculoides.*	7,5	6,5	1—7,5	Zieml. gleichart., grundständige Blätter ein u. ders. Pflanze	halbschattig	5. 8.	Die Blätter welken fast zur selben Zeit. Nach 3 Tagen sind sie welk; nach 6 Tagen dürr.
	7	7 (A-L)					
	8	2 (A-L)	2—4				
Zahl der Versuche: 8	10,5	2 (A-L)	3—5				
Kontrollblätter (A-L)							nach 2—3 Tagen welk; nach 5 Tagen dürr.
Tabelle 115. *Campanula isophylla.*	Länge des Zweig.	Versuchszone	Lage derselben unter Spitze	Zahl der Blätter			
Zahl der Versuche mit Eis: 2, mit Wasserdampf: 4	45	12 [1])	13—25	13	Topfpflanze, im Zimmer gehalten.	4. 1.	nach 9 Tagen die untersten 5 Blätter welk, die oberen frisch; nach 16 Tagen dürr.
	51	13 [2])	15—28	14		5. 2.	nach 8 Tagen zur Hälfte, nach 10 Tagen vollständig welk; nach 15 Tagen dürr.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 4 Tagen Beginn des Dorrens.

[1]) Abtötungsmittel: tiefe Temperatur von — 7° bis — 10° C. Dauer des Versuches: 20 Min. [2]) Abtötungsmittel: Wasserdampf.

Tabelle 116.

Cucurbita Pepo.

	Länge d. Blattstieles	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über der Blattstielbasis	Blattfläche	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche mit Wasserdampf: 5	25	24 (A-L)		gleichartige, große Blätter an verschiedenen Pflanzen	sonnig	10. 8.	nach 6 Tagen beginnt zu welken; nach 8 Tagen abends bedeutend welk; am Morgen des 9. Tages bedeutend mehr wasserhaltend als am Abend vorher; nach 10 Tagen beginnt zu dorren; nach 15 Tagen vollständig dürr.
	24,5	24					nach 7—8 Tagen welk; nach 10 Tagen Beginn des Dorrens; nach 15 Tagen dürr.
	26	3,5 (A-L)	4—7,5				nach 9 Tagen welk; nach 15 Tagen fast dürr.
Kontrollblätter (A-L)							nach 4—5 Stunden welk; nach 8 Tagen dürr.
Versuche mit Xylol.	7	6 (A-L)		10 : 9	Topfpflanzen, im Zimmer gehalten	25. 3.	nach 2 Tagen welk; nach 4 Tagen gelblich.
Zahl derselben: 3	6	2 (A-L)	3—5	11 : 8			nach 4 Tagen welk; nach 8 Tagen fast dürr.
Kontrollblatt (A-L)							nach $^1/_4$ Stunde welk; nach 3 Tagen dürr.

Die Versuche mit Xylol zeigen folgende Erscheinung: Ca. 2 Tage nach dem Abtöten setzt sich den Blattnerven entlang eine Verfärbung an, als ob man die Nerven mit Leim bestrichen hätte. Am 29. 3. wurden die Blätter an den betreffenden Stellen durchscheinend. Der Untersuch ergab, daß diese Blattpartien tot waren. In den Gefäßen habe ich keine weitere Veränderung beobachten können.

Kontrollblätter, deren Stiele geknickt und so festgebunden wurden, blieben die ganze Zeit der Versuche frisch.

Tabelle 117.
Knautia arvensis.

	Länge der abgetöt. Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Zahl der Versuche: 8	48	8 (A-L)	19–27	2 große Blätter	sonnig	4. 7.	nach 3 Tagen welk; nach 20 Tagen dürr. Die Spitze welkt zuerst; nach 10 Tagen starke Rotfärbung.
	62	5—6	24—29	2 große Blätter			nach 6 Tagen rot angelaufen und welk; nach ca. 20 Tagen dürr.
	42	12 (A-L)	1—13	6 Blätter			nach 6 Tagen Blätter rotschwarz; Welken undeutlich; nach 13 Tagen 2 Blätter schwarz und dürr, die übrigen nach 17 Tagen.
	46	4 (A-L)	4—8	6 Blätter			nach 15 Tagen beginnen die Blätter zu dorren; nach 19 Tagen ganz dürr.
Kontrollpflanzen (A-L) 40 und 60 cm lang							nach 1 Tag welk; nach 9 Tagen dürr. Die unteren Blätter welken zuerst.
							Kontrollpflanzen, deren Stengel geknickt und in scharfer Biegung festgebunden wurden, blieben die ganze Zeit der Versuche unverändert.
							Die Rotfärbung war auch an einigen unversehrten Pflanzen zu beobachten, doch war ihre Intensität gering im Vergleich zu den Versuchspflanzen.

	Länge der Pflanze	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattzahl	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 118. *Crepis biennis.* Zahl der Versuche: 6	115	10 (A-L)	31—41	5	sonnig	17. 6. vorm.	nach 8 Tagen die Spitze welk; nach 9 Tagen auch die unteren Blätter; nach 11 Tagen dürr.
	75	10 (A-L)	2—12	7			nach 10 Tagen beginnen die Blätter zu dorren; Welken undeutlich.
	80	2 (A-L)	4–6	7			nach 10 Tagen deutlich welk; nach 14 Tagen dürr.
Kontrollpflanz. (A-L)	22 [1])	5 (A-L)	2—7	3			nach 3 Tagen welk; nach 8 Tagen dürr.
							nach 2 Tagen welk; nach 4 Tagen dürr.
Tabelle 119. *Lampsana com.* Zahl der Versuche: 4	69	6 (A-L)	7—13	15	sonnig	19. 6. nachm.	nach 4 Tagen welk, untere Blätter mehr als obere nach 8 Tagen dürr.
	53	18 (A-L)	4—22	11			nach 3 Tagen bedeutend welk; nach 6 Tagen dürr.
Kontrollpflanze (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 3 Tagen dürr.
							10 Minuten nach dem Abtöten sind die Blätter stark welk, erholen sich aber wieder über Nacht und bleiben 3, resp. 4 Tage frisch.
							Knickung ist für das Welken ohne Belang.
Tabelle 120. *Taraxacum officin.* Zahl der Versuche: 18	Blattl. 63	8	3—11	D. Blätter sind ziemlich gleichartig	Am Vorm. schatt., nachher sonnig halbschattig	20. 6. abends	nach 4—5 Tagen waren alle Blätter welk; am 27., als die Versuche abgebrochen werden mußten, war noch keines derselben dürr.
	51	13	0—13				
	60	10	4—14				
	35	10	2—12	jüngere Blätter		19. 5. abends	nach 9 Tagen gelb und am Rande dürr. Welken undeutlich.
Kontrollblätter (A-L)	37	2	2–4				nach 15 Tagen gelblich, ohne vorher zu welken.
							Die Kontrollblätter für beide Versuchsreihen welkten am 1. Tag nach dem Abschneiden und dorrten nach weiteren 4 Tagen.

[1]) Ist eine junge Pflanze mit 3 kleineren Blättern.

	abget. Objekt.			Blattbreite			
Tabelle 121. *Hieracium pilosella*	23	5 (A-L)	2- 7	3,5	sonnig	4. 7. vorm. u. nachm.	nach 3 Tagen ist die untere Hälfte des Blattes, welche dem Sonnenbrand ausgesetzt ist, rot; nach 6 Tagen welk; nach 10 Tagen rotgrau und beginnt zu dorren; nach 12 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 12	23	10 (A-L)	2 – 12	3,5			nach 3 Tagen über Blatthälfte, welche dem Licht besonders ausgesetzt war, rot; nach 5 Tagen Blatt welk; nach 10 Tagen dürr.
Versuche mit Blättern	21	17 (A-L)	0—17	3			nach 3 Tagen welk und bräunlich gefärbt.
	20	12 (A-L)	0 – 12	3			nach 3 Tagen rot; nach 6 Tagen welk; nach 10 Tagen dürr. — Das Blatt war durch seine Lage etwas geschützt gegen starke Transpiration.
Kontrollblätter (A-L)							nach 2 Tagen welk und schwach rot angelaufen; nach 8 Tagen dürr.
				Blattverhältnisse			
Versuche mit Blütenstielen	24	7 (A-L)	2—9		wie oben	4. 7.	nach 6—8 Tagen welk; nach 16 Tagen dürr.
	47	17 (A-L)	5 – 22				nach 7—8 Tagen welk; nach 14 Tagen dürr.
Kontrollblüten (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 6 Tagen zum größten Teil dürr.
	Blattst.-Länge						
Tabelle 122. *Helianthus annuus*	7	6	0,5 – 6,5	jüngere mittelgr. Blätter		9. 8.	nach 1 Tag welk; nach 9—10 Tagen dürr.
	11	3,5	2—5,5				nach 2 Tagen welk; nach 9 – 10 Tagen dürr.
Zahl der Versuche: 8	20	19 (A-L)		Aeltere, große Blätter			nach 3 Tagen welk; nach 11 Tagen dürr.
	20	19					wie vorige.
Kontrollblätter (A-L)							Die jüngeren Blätter welken etwas rascher als die älteren, doch ist der Unterschied nicht bedeutend; nach $^1/_2$—1 Tag alle welk; nach 4 – 5 Tagen dürr.

	Länge d. Versuchsobjekte	Länge der abgetöt. Strecke	Lage derselben über dem Boden	Blattverhältnisse	Standort	Zeit der Versuche	Kontrolle und Bemerkungen
Tabelle 123. *Chrysanthemum leucanthemum.* Zahl der Versuche: 8	40	10 (A-L)	1—11	6 Bl.	sonnig	9. 8. vorm.	nach 4 Tagen welk; nach 9 Tagen dürr.
	28	3,5 (A-L)	1—4,5	5 „			nach 9 Tagen welk; nach 12 Tagen dürr.
	41	3,5 (A-L)	1—4,5	6 „		4. 7. nachm.	nach 9 Tagen welk; nach 11 Tagen dürr. Rotfärbung der Blätter wie bei Hieracium.
Kontrollpflanzen (A-L)							nach 2 Tagen welk; nach 5 Tagen dürr. Das Welken beginnt an den untersten Blättern und schreitet langsam nach oben vor.
Tabelle 124. *Eupatorium cannabinum.* Zahl der Versuche: 6	32	20 (A-L)	0—20	reich beblätt., alle Versuchspflanzen haben dieselb. Blattzahl	sonnig	10. 8.	nach 5 Tagen welk, untere Blätter bereits halb dürr; nach 9 Tagen dürr.
	36	20	0—20				nach 5 Tagen welk; nach 10 Tagen fast dürr.
	35	3 (A-L)	5—8				nach 9—10 Tagen welk, die oberen Blätter welken nach den unteren; nach 14—16 Tagen dürr.
Kontrollzweige (A-L)							nach 3 Tagen welk; nach 5 Tagen dürr.
Tabelle 125. *Tussilago farfara.* Zahl der Versuche mit Wasserdampf: 6	27	18	6—24	sehr große Blätter	schattig und etwas feucht	19. 9.	nach 1 Tag welk; nach 5 Tagen dürr.
	26	18 (A-L)	3—21	sehr große Blätter			nach 1 Tag welk; nach 5 Tagen am Rande, nach 6 Tagen ganz dürr.
	26	3,5 (A-L)	15—18,5	großes Blatt			nach 8 Tagen welk; nach 11—12 Tagen dürr.
	13	9 (A-L)	1—10	kleinere Bl., jünger als die vorigen			nach 7 Tagen welk; nach 10 Tagen dürr.
	13	2	7 9	kleinere Bl., jünger als die vorigen			nach 8 Tagen welk; nach 11—12 Tagen dürr.

Zahl der Versuche mit Aether: 4	10	9 (A-L)	0—9	mittelgroße Blätter	schattig und etwas feucht	19. 9.	nach 1 Tag welk; nach 7—9 Tagen dürr.
	10	2 (A-L)	2 4				Der Unterschied zwischen den Versuchspflanzen mit kurzer und langer Zone ist nicht deutlich.
Kontrollblätter (A-L)							nach $^1/_2$ Tag welk; nach 2 Tagen dürr.
Tabelle 126. *Adenostyles alliariae.*				Blattfläche			
	11	10 (A-L)	0 10	12 : 13	schattig; unter Laubholzbäumen	19. 9.	die beiden Blätter welken ganz gleichzeitig; nach 1 Tag welk; nach 5 Tagen dürr.
	12,5	10	1—11	12 : 13			
Zahl der Versuche: 7	11	2 (A-L)	5—7	11 : 13			nach 6 Tagen treten rotgelbe Flecken auf; nach 7 Tagen welk; nachher konnte die Pflanze nicht mehr beobachtet werden.
Kontrollblätter (A-L)							nach 1 Tag welk; nach 5 Tagen dürr.
Tabelle 127. *Senecio Fuchsii.*				gleichmäßig und reich beblättert			
	68	40 (A-L)	5—45				nach 1 Tag untere Blätter dürr, obere welk; nach 3—4 Tagen ganz dürr.
Zahl der Versuche: 4	67	2 (A-L)	12—14				nach 5 Tagen welk, untere Blätter stärker als die oberen; nach 11—12 Tagen dürr und braun.
	63	2 (A-L)	41—43				
Kontrollpflanze (A-L)							nach 1 Tag zum größten Teil dürr, um die Spitze noch etwas wasserhaltig.

Da an den Versuchspflanzen eine Anzahl Blätter entfernt werden mußten, wurden mehrere, sonst unversehrte Pflanzen ebenfalls einer Anzahl Blätter beraubt. Das Experiment war ohne Bedeutung für den Zeitpunkt des Welkens.

C. Vergleichende Bemerkungen zu den erhaltenen Resultaten.

An die Besprechung der einzelnen Versuche mögen sich einige Bemerkungen von mehr allgemeiner Geltung anknüpfen.

I. Verlauf des Welkens und Begleiterscheinungen des Wassermangels.

Der Wassermangel kommt auf sehr mannigfache Weise zum Ausdruck. Fortschreitendes Welken von unten nach oben wurde beobachtet an: *Bromus sterilis, Dactylis, Agropyrum, Glyceria, Arrhenatherum, Secale, Bambusa, Tradescantia, Hemerocallis, Papaver rhoeas, P. somniferum, Chelidonium, Alliaria, Rhaphanus, Spiraea Thunb., Pisum, Geranium dissect., Pelargonium, Malva, Epilobium, Onothera, Aethusa, Vinca minor, Convolvulus, Stachys, Salvia, Lycium, Petunia, Physalis, Veronica arv., Verbascum, Lonicera caprifol., Symphoricarpus, Campanula trachelium, Knautia, Lampsana, Chrysanthemum, Eupatorium* und *Senecio*. Besonders auffallend ist das langsam vordringende Welken an Gräsern und an *Tradescantia* zu beobachten, an beiden aber nur, wenn sie dem direkten Sonnenlicht entzogen sind. 3 Tradescantiazweige, welche am 3. Februar von der Mutterpflanze losgetrennt und an der Wand des Zimmers aufgehängt worden waren, so daß sie vom einfallenden Lichte nicht direkt getroffen wurden, hielten sich 7 bis 9 Tage turgescent: dann begann das Welken an den untersten Blättern. Nach ca. 25 Tagen waren 1 oder 2 Blättchen gelblich, nach 4 Monaten waren erst 5 Blätter von 11 dürr, die obersten 4 sogar noch tief grün.

Von oben nach unten schritt das Welken fort bei: *Miscanthus, Anemone nemorosa, Cannabis, Trifolium prat., Pisum* (Kontrollpflanze), *Lonicera tartarica, Vinca major, Crepis*.

Untere und obere Blätter welkten zur gleichen Zeit bei: *Urtica, Alliaria* (Kontrollpflanze), *Capsella b. p., Gentiana asclepiadea, Campanula rapunculoides*.

An dem einzelnen Blatte erfolgte das Abnehmen der Turgescenz von der Spitze gegen die Basis hin bei den meisten *Gramineae*, bei *Hemerocallis, Pseudonarcissus, Ficaria, Aconitum Napellus, A. Lycoctonum, Ribes rubra, Spiraea Thunb., Filipendula, Spiraea Douglasii, Fragaria, Aruncus, Trifolium prat., Geranium robert., G. silvaticum, Hypericum patulum, Helianthemum, Onothera, Chaerophyllum, Aethusa, Heracleum, Anthriscus, Stachys, Lycium, Campanula trachelium, Knautia, Crepis, Eupatorium, Tussilago, Adenostyles* und *Senecio*. Die Blüten welkten gewöhnlich zuletzt, ebenso die unreifen Früchte und deren Kelchblätter. Ausnahmen hiervon bildeten *Anemone nemorosa, Spiraea japonica, Trifolium pratense*.

Daß die lange anhaltende Turgescenz der jüngsten, über der toten Zone gelegenen Blätter, wenigstens in gewissen Fällen nur auf dem bekannten[1]) Wasserdeplacement beruht, habe ich bei

[1]) Vgl. Pringsheim, E. (1906).

den Versuchen mit *Tradescantia* nachgewiesen. Die Erscheinung an *Vinca major* macht es aber wahrscheinlich, daß die Wasserverschiebung unter Umständen auch in umgekehrter Weise vor sich geht.

Eine häufige Erscheinung, welche dem Welken vorangeht oder nachfolgt, ist die Verfärbung der Blätter, bei *Myosotis* auch der Blüten.

Die Rotfärbung, die auf der Farbenänderung des Zellsaftes beruht, trat infolge des Abtötens ein bei Versuchen mit: *Miscanthus, Rheum undulat., Aconitum Nap., Cardamine, Alchimilla, Geranium dissect., Onothera, Aegopodium, Chaerophyllum, Heracleum, Salvia, Physalis, Veronica arvensis, Verbascum, Plantago, Campanula trachelium, Knautia, Hieracium.* Dabei ist zu bemerken, daß unversehrte Pflanzen desselben Standortes die Färbung nicht zeigten, *Knautia* und *Tradescantia* ausgenommen.

Das Auftreten von rotem Farbstoff dürfte auch hier in Beziehung stehen mit einer Zunahme der Konzentration des Zellsaftes, durch welche Ansicht Overton (1899) die weitverbreitete Rotfärbung, besonders in höheren Gebirgslagen, aufzuklären suchte. In unserem Falle würde die Bereicherung des Zellsaftes möglicherweise durch die erschwerte oder verunmöglichte Ableitung der Assimilate und die verminderte Zufuhr des Wassers bedingt. Sicher nachweisbar ist die Einwirkung des Lichtes auf den Vorgang, wie die Versuche mit *Heracleum, Hieracium* u. a. zeigen.

2. Einwirkung gleicher oder ähnlicher Versuchszonen auf die Wasserleitung.

Die Versuchsstrecken konnten bei den verschiedenen Objekten nicht einheitlich gewählt werden. Dennoch ergibt sich unzweideutig, daß dieselbe Strecke bei Angehörigen der gleichen Gattung, Familie oder Ordnung sehr ungleiche Wirkungen verursachte. Nicht einmal bei den Gräsern, wo die Verschiedenheiten mehr als bei andern Familien zurücktreten, ist die Wirkung auch nur annähernd gleichartig. Stellen wir die Versuche zusammen, wo bei einer Strecke von ungefähr 10 cm die Wasserleitung mehr als 10 Tage hindurch fortdauerte, so ergibt sich folgende Reihe; dabei sind auch jene Pflanzen einbezogen, bei denen die Wasserleitung durch eine ca. 20 cm lange Zone annähernd 10 Tage anhielt.

1. *Hypericum*	22 Tage 17 cm	7. *Sambucus*	9 Tge. 20 cm
2. *Lycium* (Jüngere Pflzen.)	16—17 Tge. 20 cm	8. *Rheum*	12 Tge. 12 cm
3. *Physalis*	9 Tge. 20 cm	9. *Bromus sterilis*	12 Tge. 10 cm
4. *Anthriscus*	ca. 10 Tge. 16—20 cm	10. *Spiraea Thunbergii*	11 Tge. 13 cm
5. *Pisum*	ca. 9 Tge. 27 cm	11. *Ampelopsis*	12—13 Tge. 8 cm
6. *Hemerocallis*	9 Tge. 20 cm		

Folgende Pflanzen stellten bereits nach 1 oder 2 Tagen die Wasserleitung ein, auch dann, wenn die abgetötete Zone 10 cm nicht, oder nur wenig überstieg:

1. *Polygonum virgin.* (Zweige)	0 Tag 2,5 cm	9. *Crepis* (junge Pflze.)	1 Tg. 5 cm
2. *Circaea lutetiana*	0 Tg. 2,5—3 cm	10. *Narcissus pseudon.*	1 Tg. 6 cm
3. *Ficaria*	0 Tg. 9,5 cm	11. *Gentiana lutea*	1 Tg. 9 cm
4. *Primula obconica*	0 Tg. 10 cm	12. *Adenostyles*	1 Tg. 10 cm
5. *Malva* (Blattstiele) (Wasserdampf)	$^1/_2$ Tg. 10 cm	13. *Verbena*	1 Tg. 13 cm
6. *Urtica* (Blattstiele)	ca. 1 Tg. 2 cm	14. *Cannabis*	ca. 1 Tg. 8 cm
7. *Campanula rap.*	1 Tg. 2 cm	15. *Helianthus* (junge Bl.)	1—2 Tge. 3,5—6 cm
8. *Petunia*	1 Tg. 2 cm	16. *Primula elatior*	1—1$^1/_2$ Tge. 2—7 cm

Die Hubkräfte sind also sehr verschieden. Oft greifen die lebenden Stengelelemente ganz bedeutend ein und deren Ausfall macht sich bald bemerkbar. In andern Fällen wird das Blatt oder der Sproß noch lange Zeit mit Wasser versorgt, wenn die Stengelzellen ausgeschaltet sind. Daß die Verhältnisse in jüngeren und älteren Pflanzen derselben Art verschieden sein können, zeigen die Versuche mit *Secale*, *Hypericum*, *Sambucus*, *Helianthus*, *Crepis*, *Anthriscus*. Bei der zuletzt genannten Pflanze veranlaßte das jugendlichere Alter langsames Welken, während sonst die gegenteilige Erscheinung auftrat. In wie weit verschiedene Blattflächen in Betracht kommen, läßt sich nur aus den Versuchen mit *Lycium* unzweideutig entnehmen. Wahrscheinlich wird aber auch bei anderen Pflanzen der Einfluß von der Größe der transpirierenden Organe sich verschieden gestalten. Ebenso läßt sich dem vorliegenden Material nicht entnehmen, ob die verschiedene Lage der toten Strecke von wesentlichem Einfluß auf die Wasserleitung ist, da wir immer mit großen individuellen Verschiedenheiten rechnen müssen.

Das allgemein gültige Ergebnis, das sich aus der Beobachtung der Versuchspflanzen ergibt, ist aber dahin zusammenzufassen, daß alle Spezies, sehr oft auch die Altersstadien derselben Art, sich verschieden verhalten. Zwischen Individuen derselben Spezies herrscht sehr große Übereinstimmung, so daß Pflanzen von gleichem Alter und Standort und mit ähnlicher Transpirationsfläche sowohl zu gleicher Zeit welken als auch dieselben Erscheinungen beim Welken aufweisen.

3. Übereinstimmendes Verhalten inbezug auf den Wassertransport bei verschiedenen Versuchszonen.

Durchgehends offenbart sich eine deutliche Beziehung zwischen der Länge der Versuchsstrecke und der Zeit, welche

von der Versuchsanstellung bis zum Welken verstreicht. Je länger die Versuchszone ist, desto rascher tritt Welken ein, je kürzer sie gewählt wurde, um so länger hält die Turgescenz an. Dieses umgekehrt proportionale Verhalten des Wassertransportes zu der Versuchszone ist allerdings auf Pflanzen desselben Alters und derselben Beschaffenheit zu beschränken. Es ist außer Zweifel, daß *Convallaria, Urtica, Ficaria, Cardamine, Oxalis, Primula elatior, Campanula rapunculoides* ebenfalls Differenzen im Welken aufweisen würden, wenn die Länge der Zonen und allenfalls die Versuchszeit anders gewählt würden. Die einzige sichere Ausnahme, einen Fall von *Papaver somniferum*, habe ich bereits S. 18 erwähnt. Wie groß die Differenz der Zonen sein muß, um einen Ausschlag im Welken zu bewirken, hängt von der Eigentümlichkeit der Pflanze ab. Im allgemeinen genügen schon Unterschiede von 2 bis 5 cm, um das Welken zu verschiedenen Zeiten zu verursachen.

III. Zur Kritik über die Abtötungsversuche.

In den vorausgehenden Abschnitten wurde die Voraussetzung gemacht, daß das Welken der Blätter dem Tode der lebenden Stengelzellen zuzuschreiben sei — sei es nun, daß diese Elemente entweder aktiv an dem Vorgang des Wasserhebens beteiligt waren, sei es, daß sie nur die Leitbahnen im leitfähigen Zustand erhalten mußten.

Es kommt nun darauf an, meine Versuche im richtigen Sinne zu deuten, zu untersuchen, ob durch das Abtöten Veränderungen entstanden sind, die das Aufsteigen des Saftes verunmöglichten, oder ob der Verlust der Leitungsfähigkeit der Wasserbahnen einzig in dem Ausschalten der lebenden Stengelzellen seinen Grund hat.

Gegen das Welken der Blätter oberhalb einer abgetöteten Strecke als Argument dafür, daß vitale Vorgänge in den Ästen und Stengeln beim Saftsteigen eingreifen, wurde des öftern schon Einsprache erhoben. Es muß mir natürlich ferne liegen, alle Schwierigkeiten, welche in dieser Hinsicht ins Feld geführt wurden, zu beleuchten. Es genügt, wenn jene Argumente hier besprochen werden, für welche einige Wahrscheinlichkeit geltend gemacht werden kann. In neuerer Zeit wurden die Abtötungsversuche und deren Beweiskraft für eine Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen besonders von Jost (1905 a b), Dixon (1905, 1909) und Czapek (1906, 1907) in Frage gezogen. Jost beruft sich auf die bekannten Experimente von Hales und auf eigene Versuche mit abgeschnittenen Pflanzen. Gerade dieser Umstand erlaubt aber keinen Schluß auf das Verhalten intakter Pflanzen. Mehr Bedeutung hat die andere Bemerkung Jost's, daß beim Kochen möglicherweise die Gefäßwand oder der Gefäßinhalt Veränderungen erfährt. Dixon schreibt das Welken der Blätter zum großen Teil giftigen

oder plasmolysierenden Substanzen zu, welche von den toten Partien her in die Blattzellen einwandern, zu einem Teil auch Substanzen, welche durch das Abtöten entstehen konnten und die Leitungsbahnen verlegten, zu einem andern Teil endlich dem Bruch der Wassersäulen. Czapek spricht in seinem Referat über „Die Ernährungsphysiologie der Pflanzen seit 1896" von „großen Schwierigkeiten" für die Verwertung der Abtötungserfolge. Worin diese Schwierigkeiten bestehen, läßt sich einer späteren Rezension desselben Autors über die Abtötungsversuche Ursprung's entnehmen. Daselbst sagt er: „Es ist ebensowenig von der Hand zu weisen, daß in den abgetöteten Zweigstrecken mit der Zeit physikalische Störungen, wie Austrocknen der Zellwände, Verstopfungen der Gefäßräume auftreten, welche selbst dann die Leitung des Wassers beeinträchtigen müssen, wenn die toten Zellen an und für sich noch leitungsfähig wären." (1907, S. 372.)

In der folgenden Diskussion möchte ich nun auf die vorgebrachten Momente eingehen. Ich will es aber in anderer Reihenfolge tun, um Wiederholungen zu vermeiden.

Die Bedenken gegen die Verwertung der Abtötungsversuche lassen sich dahin zusammenfassen, daß nachteilige Veränderungen auftreten können in den Leitungsbahnen, sei es in der getöteten oder noch lebenden Partie, oder in den Blattzellen, welche auf das Leitungswasser eine saugende Wirkung ausüben. Veränderungen in den Wurzeln kommen nicht in Betracht, ebensowenig wie in den Stengel- und Astzonen, welche unter der abgetöteten Strecke liegen. Denn bei allen meinen Versuchspflanzen konnte ich keine schädliche Wirkung, welche von der getöteten Zone her nach abwärts sich fortpflanzte, wahrnehmen. Die Schosse, welche aus dem Wurzelstock entsprossen, und die unteren Seitenzweige der getöteten Stengel entwickelten in normaler Weise Blüten und Früchte und bewahrten während der ganzen Zeit der Beobachtung ihr normales Aussehen.

Im Blatt können Veränderungen hervorgerufen werden durch das erwärmte Leitungswasser und die zum Abtöten angewandte giftige Lösung, welche eventuell emporsteigen und die lebenden Blattzellen beschädigen. Es ist auch denkbar, daß Luftsäulen der Jaminschen Ketten durch das Erhitzen in bedeutender Menge in die Blätter gepreßt werden und Welken veranlassen. Veränderungen der dritten Art werde ich zusammen mit den Veränderungen in den Leitungsbahnen im folgenden Abschnitt besprechen. Veränderungen der zweiten Art kommen schon deshalb nicht in Betracht, weil ich nur Ergebnisse von Äther- und Xylolversuchen anführe, welche mit jenen der Wasserdampfversuche übereinstimmen, den erstern also geringe Beweiskraft zumesse. Wasser von so hoher Temperatur, daß eine Schädigung der lebenden Blattzellen eintreten mußte, kann ebenfalls nicht in die Blätter gelangt sein, weil dieselben viel zu spät welkten, als daß man auf eine solche Ursache schließen dürfte, einige Ausnahmen abgerechnet. Aber gerade diese Ausnahmen, wo unmittelbar nach dem Abtöten die Blätter welkten, sprechen nicht für eine Schä-

digung der lebenden Zellen. Denn in jedem Falle erholten sich die Blätter wieder und das endgültige Welken trat erst 3 bis 12 Tage nach dem Abtöten ein. Da das endgültige Welken gleichzeitig und gleichartig vor sich geht, ob man das erstmalige nun verhindere oder nicht, ist eine Schädigung durch das aufsteigende warme Wasser ausgeschlossen.

Hier möge nun die von Dixon (1905) supponierte Einwirkung giftiger und plasmolysierender Substanzen besprochen werden. Ursprung (1906 b) hatte zwar die Unzulänglichkeit von Dixon's Erklärung dargelegt, indem er u. a. an Impatienspflänzchen die verschiedenartigen Wirkungen des Pflanzendekoktes und einer $CuCl_2$-lösung zeigte und für den ersten Fall die Verstopfungen als bewirkende Ursache des Welkens nachwies. Die Ausführungen Ursprung's mußten aber Dixon nicht überzeugt haben; denn neuerdings (1909) hält er an seiner Ansicht fest, daß „the fading of the leaves — — — — is probably largely due to the introduction of poisonous or plasmolysing substances into the leaves from the dead cells." (1905, S. 12.)

Als experimentelle Beweise für seine Behauptung führt Dixon die Tatsache an, daß das Welken der abgetöteten Pflanzen nicht identisch sei mit den Welkerscheinungen an abgeschnittenen Pflanzenteilen. Erscheinungen, welche er an *Populus*, *Tilia microphylla*, *Syringa vulgaris*, *Salix viminalis* und *Acer pseudoplatanus* auch mikroskopisch verfolgt hat. Dixon hat gefunden, daß das Mesophyll der Blätter und die Tracheenwände aus den Blattnerven der abgetöteten Zweige vor dem Schrumpfen und Welken sich verfärben, während bei abgeschnittenen Objekten das Schrumpfen eintritt, wenn die Blätter noch grün sind. Dieser Kontrast führt Dixon wieder zu der von Vesque (1885) vertretenen Ansicht, wonach in dem einen Falle die Blätter welken, weil sie sterben, in dem andern Falle aber sterben, weil sie welken.

Einen andern Anhaltspunkt für seine Ansicht findet Dixon darin, daß Blätter, welche direkt unter der abgetöteten Strecke inseriert waren, dieselben Erscheinungen aufwiesen wie jene oberhalb der getöteten Zone.

Was nun den letztern Punkt anbetrifft, konnte ich diese Beobachtung bei keiner von den 800 Versuchspflanzen machen. Die Blattstiele und Stengel unterhalb und oberhalb der getöteten Zone blieben noch lange turgescent, wenn die Blätter schon lange welkten. Mikroskopisch untersucht, wiesen sie keine Veränderungen auf, wenn im Blatte das Chlorophyll bereits gelb geworden war. Dieses Verhalten ist unmöglich, wenn die toten Zellen Gifte oder plasmolysierende Substanzen ausscheiden.

Die Erscheinungen in den Mesophyllzellen und Tracheen der Blattnerven sind die bekannten Absterbeerscheinungen und lassen sich ebenso leicht von Wassermangel als von giftigen Substanzen herleiten. Daß die Welkerscheinungen bei abgeschnittenen und abgetöteten Zweigen nicht dieselben sein müssen, ist schon a priori ersichtlich, wenn man bedenkt, daß in dem einen Fall die Wasserbahnen nicht geöffnet wurden und durch die toten Strecken

immer noch Wassermengen den Blättern zufließen. Doch ist der Gegensatz weder so allgemein noch so ausgeprägt, wie man nach Dixon's Beschreibung glauben möchte. Bei einer sehr großen Anzahl war von einem Unterschied überhaupt nichts zu sehen, besonders dann nicht, wenn die Versuchszone bedeutende Länge besaß. Gerade dieser Umstand spricht aber gegen Dixon's Erklärung. In diesem Falle nämlich, wo mehr von den angeblich giftigen Substanzen hätte gebildet werden müssen, mußten die erwähnten Erscheinungen besonders charakteristisch auftreten. Es dürfte also eine mißliche Sache sein, auf den Gegensatz zwischen den Welkerscheinungen der abgeschnittenen und der abgetöteten Zweige und Pflanzen eine Erklärung des Welkens begründen zu wollen.

Ferner ist die Annahme einer Vergiftung nur dann berechtigt, wenn der Ausfall des Wassertransportes zu den Blättern erst einige Zeit nach dem Abtöten beginnt. Denn die Bildung des Giftes in der getöteten Zone, dessen Transport zu den Transpirationsorganen, die Einwirkung derselben auf die Blattzellen und die Reaktion derselben auf die Wasserleitung müssen zeitlich auseinander liegen. Die Zeitgrenzen lassen sich allerdings nicht bestimmen. Kann aber nachgewiesen werden, daß der Kräfteausfall unmittelbar mit dem Abtöten in vollem Umfange eintritt, dann liegt die Ursache hiervon nicht in den Blattzellen, sondern resultiert direkt aus der getöteten Partie. Es wird also der eingetretene Wassermangel die Veränderungen im Blatt verursachen und nicht umgekehrt. Den Beweis hierfür werde ich zu erbringen suchen, nachdem ich die Veränderungen in den Leitungsbahnen, welche den Wassertransport schädigen können, erörtert habe.

Nach Ozapek wären physikalische Störungen in der „Austrocknung der Zellwände", in „Verstopfungen der Gefäßräume", nach Jost in „Verschiebung der Jaminschen Ketten", in „wichtigen physikalischen Veränderungen an der Membran, auch wenn man diese mit dem Mikroskop nicht sieht", begründet. Jost versteht darunter wahrscheinlich Änderungen der mizellaren und kapillaren Eigenschaften der Gefäßwände.

Fragen wir zunächst, ob wir mit Grund nachteilige Veränderungen der Gefäßwände annehmen können. Nach den Untersuchungen Schwendener's (1892, S. 911) mit Stielen von *Nymphaea alba*, mit der Epidermis von *Tulipa* und mit Gefäßröhren von der Weinrebe geht hervor, daß die Imbibitionsfähigkeit der Wand und deren mizellare Struktur ohne Belang ist für die Wasserbewegung, in Kapillaren. Daß aber die Benetzbarkeit der Wände, welche für das Wassersteigen von Bedeutung ist, durch den Abtötungsvorgang nicht vermindert wird, liegt auf der Hand (vgl. Ursprung, 1906a, S. 511). Das Austrocknen der Zellwände, falls es wirklich bis zum Zeitpunkt des Welkens eintreten sollte, wäre nicht Ursache, sondern bereits eine Folge des geschwächten Wassertransportes. Indes ist ein solches Austrocknen sehr unwahrscheinlich. Die mikroskopische Untersuchung an *Arum* und an den Blattstielen von *Ampelopsis* zeigte, daß die Gefäße in ihrer größeren Anzahl

teilweise oder ganz mit Wasser erfüllt waren, trotzdem deutliches Welken eingetreten war. Dieselben Momente müssen gegenüber dem Schrumpfen der Krautstengel und Blattstiele, soweit sie abgetötet waren, geltend gemacht werden. Oft trat deutliches Welken auf, wenn die Stengel ziemlich ihren normalen Querschnitt bewahrt hatten; oft waren die getöteten Zonen scheinbar ganz ausgetrocknet, das Welken aber blieb immer noch aus, trotzdem die Blätter sehr empfindlich waren. Der Umstand endlich, daß die Großzahl der Versuchspflanzen keinen Unterschied in den Welkerscheinungen zeigt, ob die getötete Zone mit Baumwachs, Asphaltlack oder Paraffin luftdicht verkleidet wurde oder nicht, scheint mir ebenfalls den Vorwand des Austrocknens gegenstandlos zu machen.

Es kommen nun die Änderungen im Gefäßinhalt in Frage wie Gefäßverstopfungen, Veränderungen im Luft- und Wassergehalt der Leitungsbahnen, Verengung der Gefäßlumina, — Verschiedenheiten, welche mit den Veränderungen der Gefäßwände notwendig eine Änderung des Filtrationswiderstandes nach sich ziehen müssen, wenn sie existieren. Es würde also genügen, vergleichende Messungen genannter Widerstände anzustellen, um eine ausreichende Antwort zu geben. Weil mir aber die Messungen des Filtrationswassers nur bei Sträuchern und Stauden möglich waren, so muß auf die Einzelheiten eingegangen werden.

Bei Holzpflanzen ist die Bemerkung von Czapek (1907, Sp. 392), daß die mikroskopische Untersuchung von den Verlegungen der Leitungsbahnen nur ein sehr unvollkommenes Bild geben kann, nicht ganz unberechtigt.

Bei Krautpflanzen ist man aber in der Lage, ohne Schwierigkeit alle Gefäßbündel genau zu prüfen. Der Ort, wo die Verstopfungen auftreten müßten, ist die Grenzpartie der getöteten und lebenden Zone. In erster Linie kommen schwer diffundierbare Substanzen in Betracht, welche durch das Abtöten aus dem Zellkörper oder den Zellwänden ausscheiden und an gewissen Stellen der Gefäße sich ansammeln und den Durchtritt des Wassers verunmöglichen. Auch Thyllen könnten von Wichtigkeit in unserer Sache werden, insofern sie, durch das Abtöten angeregt, von den Parenchymzellen gebildet werden und die Leitungsbahnen gegen die getötete Zone hin abschließen. Auch sie müßten vermutlich an den Grenzen von toten und lebenden Zonen auftreten, und zwar bald nach der Behandlung des Astes mit Wasserdampf (Wieler, 1888; Weber, 1885).

Auf bedeutende Verstopfungen bin ich nur bei ganz wenigen Versuchen mit Holzpflanzen gestoßen, welche ich aber von unserer Betrachtung ausschloß. Bei Krautpflanzen habe ich auffälligerweise selten Verstopfungen beobachten können, und in keinem Falle waren sie derart, daß von einer Verlegung der Leitungsbahnen die Rede sein kann.

Um über allfällige Veränderungen im Luft- und Wassergehalt der Leitungsbahnen mir Rechenschaft geben zu können, habe ich parallel zu den Abtötungsversuchen bei den meisten Krautpflanzen die Stengel oder Blattstiele auf ihren Gefäßinhalt

geprüft. Soll nun eine schädliche Wirkung aus einer Verschiebung oder Vereinigung von Luftblasen hervorgehen, so müssen natürlich Jaminsche Ketten vorhanden sein. Es zeigte sich aber, daß viele Kräuter in ihren Gefäßen z. Zeit der Versuche überhaupt keine Luft führten, so z. B. *Raphanus sativus*, untersucht am 1. 7., $5^1/_2$ Uhr abends; *Cardamine prat.*, 22. 5., 5 Uhr abends; *Tussilago*, 18. 9., 3 Uhr abends; *Adoxa*, 10. 6., 3 Uhr abends; *Veronica hederifolia*, 7. 6., 6 Uhr abends; *Filipendula lobata*, 23 7., $9^1/_2$ Uhr vorm.; *Stellaria*, 22. 5., 11 Uhr mittags; *Rumex*, 28. 5., 6 Uhr abends; *Hemerocallis*, 23. 7., $11^1/_2$ Uhr mittags; *Bromus sterilis*, 22. 5., 4 Uhr abends; *Dactylis glom.*, 21. 6., 5 Uhr abends; *Bromus hordeaceus*, 25. 6., 8 Uhr vorm.; *Viola odorata*, 31. 5., 4 Uhr nachm.; *Aegopodium*, 21. 5., $7^1/_2$ Uhr morgens; *Gentiana asclepiadea*, 18. 9., $9^1/_2$ Uhr vorm.; *Convallaria*, 31. 5., $3^1/_2$ nachm.

Bei den übrigen Pflanzen schwankte der Luftgehalt bedeutend. Die Gesamtlänge der Luftsäulen in den Gefäßen eines Schnittes überstieg jedoch selten den vierten oder dritten Teil von der Länge der Wasserfäden. Hier könnten also Veränderungen des Gefäßinhaltes in Betracht kommen, sei es nun, daß die Luftblasen in den Stengeln gegen das Blatt hin verschoben wurden, sei es, daß mehrere Luftblasen zu einer einzigen von bedeutender Größe sich vereinigten und den Wasseraufstieg hinderten. Meines Erachtens fehlt aber dennoch die sichere Grundlage für jede der beiden Objektionen. Bei der geringen Bewegungsgeschwindigkeit der Luft in Kapillaren von der Beschaffenheit der Gefäße (vgl. F. v. Höhnel, 1877) und bei den zahlreichen geschlossenen Scheidewänden der Gefäße in krautigen Stengeln ist die Annahme ebenso berechtigt, daß die Luftblasen beim Erhitzen auf weitere Distanzen eine Verschiebung des Gefäßinhaltes nicht veranlassen, sondern daß durch den entstehenden Druck das Gefäßwasser zum Teil in die Intercellularen gepreßt wird, um bei der Abkühlung wieder in die Gefäße eingesogen zu werden. Ich habe an *Arum*, *Convallaria*, *Begonia*, *Malva* und *Ampelopsis* den Luft- und Wassergehalt in unverletzten und abgetöteten Blattstielen untersucht, konnte aber in den Gefäßen einen Unterschied nicht feststellen.

Diese Tatsachen machen eine Verschiebung des Gefäßinhalts unwahrscheinlich. Aber auch dann, wenn sie vor sich geht, kann sie unmöglich von einer schädlichen Wirkung für den Wassertransport sein. Das Welken der Blätter tritt auch hier viel zu spät ein und es müßten Pflanzen einer und derselben Spezies, welche auf gleiche Länge abgetötet wurden, zu verschiedenen Zeiten welken, je nachdem sie am Morgen, zur Zeit größter Saftfülle, oder gegen Abend, zur Zeit des größten Saftgehaltes, abgetötet werden. An *Malva*, *Papaver*, *Alliaria* wurden in dieser Hinsicht Versuche angestellt; ein Unterschied aber konnte nicht beobachtet werden.

Das Gesagte dürfte auch gegen die Vermutung Dixon's (1905) sprechen, daß durch das Abtöten die Wasserfäden unterbrochen werden. Daß übrigens weder das Vorhandensein, noch die Notwendigkeit kontinuierlicher Wassersäulen bewiesen ist, hat Ursprung gegenüber Dixon betont, und die Thatsache, daß verschiedene

Methoden, die lebenden Zellen des Stengels auszuschalten, dieselbe Wirkung hervorrufen, läßt sich auch aus meinen Versuchen ersehen. Überdies konnte ich bei *Rumex*, *Myosotis* und *Stellaria* feststellen, daß selbst 2 bis 3 Tage nach dem Abtöten die Gefäße oberhalb der getöteten Strecke noch vollständig mit Wasser gefüllt waren.

Hier möge auch erwähnt sein, daß ich die Angaben von Volkens (1882, S. 18) und Strasburger (1893, S. 54), welche in den weiten Gefäßen zumeist mehr Luft als in den engeren fanden, bei meinen Beobachtungen bestätigen konnte. Jedoch fand ich einzelne ebenso sichere Ausnahmen. So führten *Möhringia*, *Veronica arv.*, *Aegopodium*, *Lonicera caprifol.*, *Secale* und *Chaerophyllum* zur Zeit der Untersuchung in den engen Gefäßen sehr viel Luft (bis zu $^9/_{10}$ des Gefäßinhaltes), während die weiten Gefäße keine oder ganz unbedeutende Luftmengen enthielten. Sonst aber ist die Luft- und Wasserverteilung sehr unregelmäßig.

Die gemachten Erörterungen dürften gezeigt haben, daß eine begründete Schwierigkeit für die Verwertung der Abtötungsversuche nicht besteht. Weil aber andere ungenannte Faktoren ins Feld geführt werden können, stellte ich an geeigneten Objekten meines Untersuchungsmateriales Messungen des Filtrationswiderstandes an. Wie bereits bemerkt, läßt sich derselbe bei krautartigen Pflanzen nicht oder nur schwierig bestimmen. Die geringe Zahl und Lumenweite der Gefäße und die vielen Querwände sind schuld daran und bewirken, daß schon bei $^1/_8$ Atmosphärendruck das Wasser seitlich aus den Stengeln oder Blattstielen austritt. Die Messungen geschahen in der Weise, daß je 2 gleichgeartete Stengelstücke in den Filtrationsapparat eingespannt wurden. In bestimmten Zeiträumen wurden die filtrierten Wassermengen gemessen. Einer von den Stengeln wurde dann auf eine gewisse Strecke mit Wasserdampf abgetötet, so daß aber die unterste und oberste Grenzpartie von ca. 5 cm Länge noch lebend war und dann wurde für dieselbe Zeit, wie vorher, die durchgepreßte Wassermenge gemessen. Aus einer Anzahl von Versuchen mit *Aruncus* greife ich folgenden heraus:

Zeit des Versuches 4. Oktober. Beobachtungsintervall 50 Min. Länge der Stengelstücke 15 cm. Abgetötete Strecke des Versuchsstengels 5,5 cm.

Zeit des Versuches	Filtrierte Wassermenge	
	Durch den Versuchszweig	Durch den Kontrollzweig
4^{35}—5^{25}	0,2 cm^3	1,0 cm^3
6^{0}—6^{50}	0,3 cm^3	1,5 cm^3

Um 5^{30} wird der Stengel mit Wasserdampf getötet.

Ganz ähnlich fielen die Versuche aus mit *Aristolochia sipho*, *Sambucus nigra*, *Lycium*, *Vinca major*, *Lonicera caprifolium*. Zwischen Kontrollpflanzen und Versuchspflanzen war ein wesentlicher Unterschied nicht zu beobachten, so daß nach dem Abtöten durch den getöteten Ast nicht weniger Wasser filtrierte als vorher.

Es kam mir darauf an, zu erfahren, ob bis zum mutmaßlichen Zeitpunkt des Welkens in dem Versuchsast die Verhältnisse sich wesentlich änderten im Vergleich zum Kontrollast. Die Versuche geschahen in der vorigen Art und Weise, wurden aber so lange als möglich fortgesetzt. Bei abgetöteten und unversehrt gebliebenen Versuchsästen nahm der Filtrationswiderstand ohne Unterschied rasch zu. Bei Holunder konnte bereits am dritten Tag eine Filtration des Wassers nicht mehr konstatiert werden, trotzdem die Schnittflächen stets sorgfältig erneuert wurden und das Filtrationswasser ohne Unterbruch durch die Äste gepreßt wurde. Bei *Aristolochia*, *Lycium* und *Caprifolium* dagegen fielen die Resultate in positivem Sinne aus. Vom 10. Oktober, wo ich diese Filtrationsversuche begann, liegen mir zwar keine Abtötungsresultate an beblätterten Pflanzen vor. Doch dürfen wir mit Grund annehmen, daß bei Versuchszonen von 20 bis 30 cm Länge die Blätter an jüngeren Zweigen von *Aristolochia*, *Lycium* und *Caprifolium* spätestens bis zum 5. Tage nach dem Abtöten die ersten Zeichen des Wassermangels gezeigt haben würden. Denn mit dem Vorschreiten der Vegetationsperiode tritt das Welken sehr rasch auf.

Es zeigte sich nun, so lange überhaupt die Messungen ausgeführt werden konnten, daß kein Unterschied besteht in Bezug auf den Strömungswiderstand zwischen Versuchs- und Kontrollzweigen, oder daß wenigstens die Größe dieses Widerstandes bei getöteten Stengeln nicht rascher ansteigt, als bei unversehrt gebliebenen. Belege hierfür bietet die folgende Tabelle. Die oberste horizontale Zahlenreihe gibt Werte, die alle von den lebenden Stengelstücken stammen. Nach diesen ersten Messungen wurden die mit * bezeichneten Stengel abgetötet und zwar:

Aristolochia No. 1 auf 18 cm; *Aristolochia* No. 3 auf 12 cm; *Lonicera* No. 1 auf 30 cm; *Lycium* No. 1 auf 18 cm.

Die Länge der Stengelstücke betrug bei *Aristolochia* No. 1 und No 2: 25 cm und 27 cm bei No. 3 und 4; bei *Lonicera* (No. 1 und 2) 65 cm; bei *Lycium* (No. 1 und 2) 26 cm.

Das Wasser floß ohne Unterbruch durch den Stengel. Jeden Tag wurden ungefähr zu denselben Stunden 2 bis 4 vergleichende Messungen angestellt, wovon je ein Ergebnis mitgeteilt wird. Die Filtrationsdauer betrug 1 Stunde.

Zeit der Messung	Aristolochia				Lonicera		Lycium	
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2
je 60 Min.								
am 10. 9.	2,1 cm^3	1,4 cm^3	3,8 cm^3	7,75 cm^3	0,6 cm^3	1,0 cm^3	0,3 cm^3	0,4 cm^3
11. 9.	3,7 *	0,75	4,0 *	3,9	0,3 *	1,2	0,15 *	0,3
12. 9.	4,0	0,6	3,3	5,0	0,2	06,	0,15	0,1
13. 9.	1,2	0,45	2,8	7,0	0,2	0,45	0,10	0,2
14. 9.	1,0	0,40	3,0	6,2	0,15	0,4	0,20	0,3
15. 9.	0,5	0,3	1,2	5,4	0,2	0,25	—	—
16. 9.	1,05	0,4	1,7	3,1	0,1	0,25		
17. 9.	1,05	0,6	1,8	3,1	0,2	0,30		
18. 9.	—	—	1,7	3,0	—	—		
	$^1/_2$	$^3/_7$	$^1/_2$	ca. $^1/_2$	$^1/_3$	ca. $^1/_3$	$^2/_3$	$^3/_4$

Die Bruchzahlen, welche die Filtrationsgröße am Schluß der Versuche im Vergleich zur ursprünglichen angeben, zeigen deutlich, daß die Filtrationsfähigkeit in lebenden und toten Stengeln wesentlich in gleichem Maße abnimmt. Eine Änderung wird also durch den Abtötungsprozeß nicht verursacht. Diese Tatsache hat neuestens (1909) auch Dixon konstatiert. Er hatte, die Filtrationsbestimmungen Ewarts ergänzend, an lebenden Aststücken von *Syringa vulgaris* den Strömungswiderstand in der umgekehrten Richtung zum normalen Saftstrome gemessen. Dasselbe geschah, nachdem der Ast auf eine bestimmte Strecke abgetötet worden war. Ein Unterschied konnte von Dixon nicht beobachtet werden trotz der Genauigkeit seiner Methode. Hierdurch wird aber sehr wahrscheinlich gemacht, daß auch das Welken der Blätter durch sekundäre Veränderungen in den Gefäßen nicht bedingt wird, sondern daß die Ausschaltung der lebenden Stengelzellen die Ursache der Welkerscheinung ist.

Diese Folgerung wird um so zwingender, wenn wir den Zeitpunkt etwas näher verfolgen, wann eigentlich das Defizit in den Transportkräften eintritt. Ich suchte dies auf dem folgenden Wege zu erfahren. Es wurde an einigen Pflanzen die Wasseraufnahme gemessen; nachher wurden die Stengel auf eine gewisse Länge getötet. Die Änderung in der Wasseraufnahme, welche nach den Versuchen von Kosaroff (1897) zu erwarten war, konnte dann einigen Aufschluß erteilen.

Zur Ausführung des Versuches wurden mehrere ähnlich gebaute Apparate verwendet, welche sämtlich Modifikationen des Pfeffer'schen Transpirationsapparates[1]) darstellten. Als Versuchsobjekte dienten möglichst intakte Pflanzen von *Arum maculatum*, *Phaseolus multiflorus*, *Malva neglecta*, *Convallaria majalis* und *Physalis alkekengi*, welche, sorgfältig aus dem Boden gehoben, erst in den Apparat eingeschlossen wurden, nachdem sie 3 bis 12 Tage in Wasser gestanden hatten, ohne die geringsten Anzeichen einer Schädigung zu offenbaren. Von jeder Spezies werden zwei ähnlich gestaltete Exemplare benutzt. Das eine blieb während der ganzen Versuchszeit völlig unversehrt, die Stengel des anderen wurden zu bestimmter Zeit auf eine gewisse Strecke mit Wasserdampf abgetötet. Um einen luftdichten Verschluß zu erzielen, wurde der Stengel mit dem von Detmer (Pflanzenphysiol. Praktikum. Jena 1905. S. 38.) angegebenen Material in den Kork eingekittet. Die Wasserabgabe wurde durch Wägung bestimmt, die Wasseraufnahme volumetrisch. Die Beobachtungsfehler, welche infolge der Temperaturunterschiede entstehen konnten, wurden dadurch ausgeglichen, daß die Apparate für die Versuchs- und Kontrollpflanzen dieselbe Form und Größe besaßen. Die Messungen an beiden Arten von Pflanzen geschahen gleichmäßig in regelmäßigen Zeitintervallen.

Ich gebe in nachfolgender Tabelle die Resultate mit *Arum* wieder. Der Versuch dauerte eigentlich bis zum Eintritt des Welkens. Hier interessiert uns aber nur der Verlauf des ersten

[1]) Physiologie. I. 223. Fig. 30.

Tages. Beobachtungsintervall 30 Minuten. Zeit des Versuches: 16. April, 7^{30} bis 12 Uhr vormittags und 2 bis 6 Uhr nachmittags. Die Zahlen links beziehen sich auf die abgetötete, jene rechts auf die unverletzt bleibende Pflanze. Das Abtöten des Stengels erfolgte um 10 Uhr. Abgetötete Zone 8 cm; 2 bis 10 cm über dem Korke.

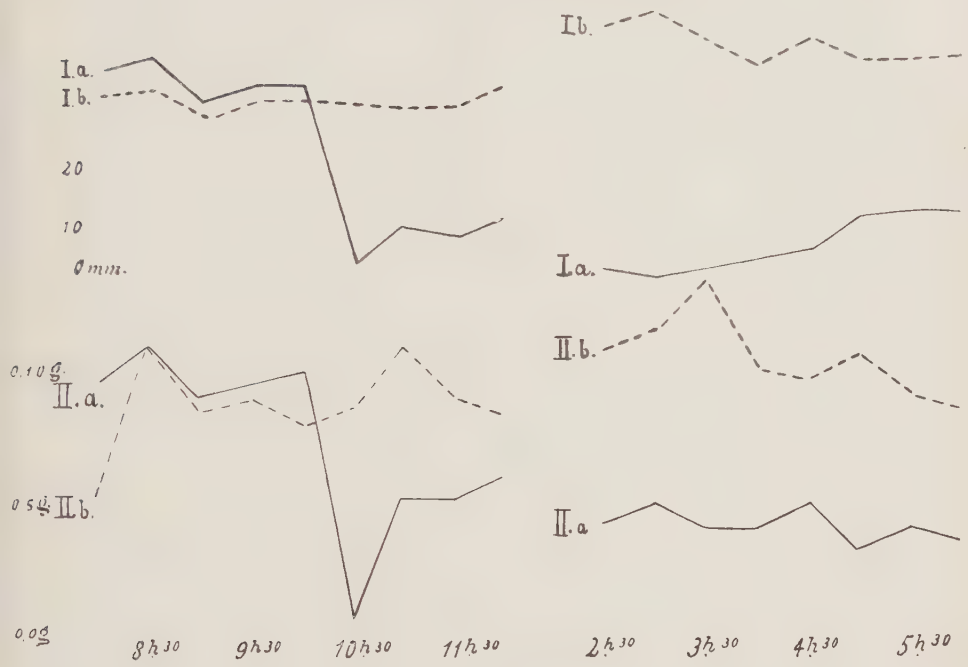
Versuchspflanze					Kontrollpflanze	
Zeit. Uhr	Wasseraufnahme in Vol.-Einheiten	Wasserverlust in gr.	Luftfeuchtigkeit	Lufttemperatur	Wasseraufnahme in Vol.-Einheiten	Wasserverlust in gr.
7^{30}— 8	42 mm	0,095 g	51%	18° C.	36 mm	0,050 g
8 — 8^{30}	44	0,110	52	18	37	0,110
8^{30}— 9	35	0,090	52	18	32	0,085
9 — 9^{30}	38	0,095	52	18	35	0,090
9^{30}—10	38	0,10	52	18,5	35	0,080
10 —10^{30}	2	0	53	18,5	34	0,085
10^{30}—11	10	0,050	54	18	33	0,110
11 —11^{30}	8	0,050	54	18	34	0,090
11^{30}—12	12	0,060	54	18	38	0,085
2 — 2^{30}	2	0,040	54	18,5	50	0,110
2^{30}— 3	0	0,050	54	18,5	53	0,120
3 — 3^{30}	2	0,040	54	19	47	0,140
3^{30}— 4	4	0,040	53	18,5	43	0,105
4 — 4^{30}	6	0,050	52	18,5	48	0,100
4^{30}— 5	12	0,030	51	18,5	44	0,110
5 — 5^{30}	14	0,040	52	18	44	0,095
5^{30}— 6	14	0,035	54	18	45	0,090

Dieser quantitative Versuch zeigt deutlich, daß der Wassertransport sehr rasch und in bedeutendem Maße herabgesetzt wird zu einer Zeit, wo sekundäre Veränderungen erst entstehen mußten, oder ihre Wirksamkeit noch nicht in diesem Umfange entfalten konnten. Demnach und besonders, wenn wir noch die Ergebnisse der Filtrationsversuche heranziehen, wird es höchst wahrscheinlich, daß weder eine Vergiftungserscheinung, noch eine Verschiebung des Gefäßinhaltes, noch eine Verlegung der Wasserbahnen durch Verstopfungen im Spiele ist. Auch die unbewiesene Voraussetzung Dixons, daß die kontinuierlichen Wassersäulen durch das Abtöten unterbrochen würden, dürfte hinfällig werden.

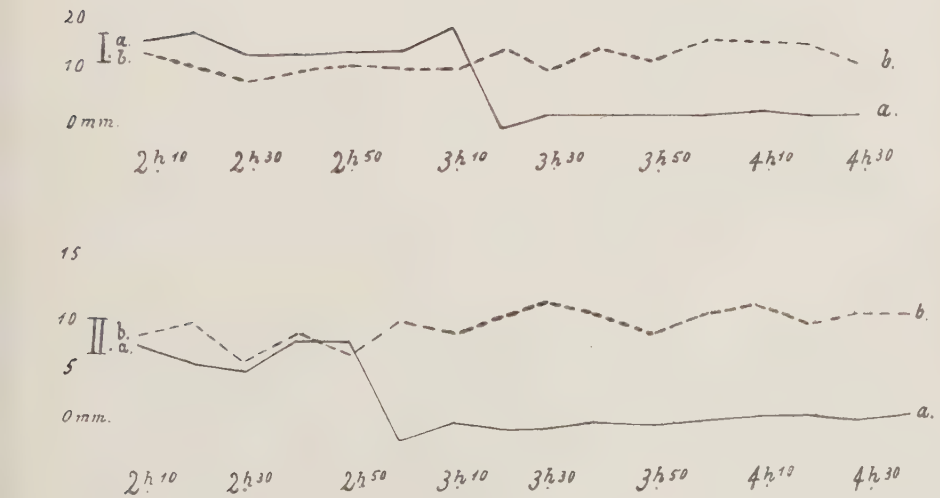
Die Ursache des plötzlich eintretenden Defizites im Wassertransport, ist also in dem Ausfall der Energie, welche von den lebenden Stengelzellen geliefert wurde, zu suchen. Daraus erklärt sich auch die Tatsache, daß der Wassertransport nach dem Abtöten innerhalb engeren Grenzen schwankte und auch nur die halbe Höhe des früheren Wertes nicht mehr erreichte, bis kurz vor dem Welken die Wasserleitung gänzlich eingestellt wurde.

Für *Malva*, *Phaseolus*, *Convallaria* und *Physalis* ergaben sich ähnliche Resultate. Beispielsweise sind die Ergebnisse mit *Arum*, *Physalis* und *Convallaria* in den nebenstehenden Tafeln 1 und 2 graphisch dargestellt. Die Ordinaten bedeuten die Wassermengen,

Tafel 1.



Tafel 2.



welche in bestimmten Zeiten aufgenommen wurden, die Abszissen die genannten Zeitabschnitte. Bei *Arum* ist in ähnlicher Weise die Wasserabgabe eingetragen. Daß die Wasseraufnahme unmittelbar nach dem Abtöten unter 0 sinkt, dürfte nach den gemachten Auseinandersetzungen erklärlich sein. Die Kurve für die Wasserabgabe von *Arum* ist insofern interessant, indem sie zeigt, wie die Pflanzen auf den Ausfall des Wassertransportes reagieren können und imstande sind, denselben bis zu einem gewissen Grade auszugleichen durch Herabsetzen der Transpiration.

In diesen Erörterungen glaube ich, die Schwierigkeiten, welche mit Grund gegen die Beweiskraft der Methode ins Feld geführt werden können, richtig gewertet zu haben. Bei der indirekten Beweisführung ist natürlich ein Beweis zur Evidenz nicht zu leisten.

Doch ist m. E. die Interpretation meiner Abtötungserfolge, in dem Sinne nämlich, daß die lebenden Stengelzellen bei Kräutern und Stauden am Saftsteigen beteiligt sind, die einzig richtige und zur Erklärung der Tatsachen ausreichende. Die Abtötungsmethode hat denn auch von kompetentester Seite (Schwendener, Vorlesungen, 1909. S. 80) ihre Anerkennung gefunden.

Erklärung zu Tafel 1 und 2.

Tafel I.

Wasseraufnahme und -abgabe von *Arum maculatum* vor und nach dem Abtöten.

I. = Wasseraufnahme. a. = Pflanze, welche um 10 Uhr auf 8 cm Länge mit Wasserdampf abgetötet wurde.
b. = Pflanze, welche während der ganzen Versuchszeit unversehrt bleibt.

II. = Wasserabgabe. a. } wie oben.
b. }

Tafel 2.

Wasseraufnahme von *Physalis* und *Convallaria* vor und nach dem Abtöten.

I. = *Physalis alkekengi*. a. = Pflanze, deren Stengel um 3 Uhr und 10 Min. auf 6,5 cm Länge mit Wasserdampf abgetötet wurde.
b. = unversehrte Pflanze.

II. = *Convallaria majalis*. a. = Pflanze, deren Blattstiele um 2 Uhr und 50 Min. auf 4,5 cm Länge mit Wasserdampf abgetötet wurde.
b. = unversehrte Pflanze.

Zusammenfassung und Schluß.

Die wichtigsten Resultate aus vorliegender Arbeit sind folgende: Ein Unterschied zwischen hohen Bäumen und niedrigen Pflanzen ist, was die Mitwirkung der lebenden Zellen am Saftheben anbelangt, nicht anzunehmen. Die Untersuchung an 125 verschiedenen Arten unserer einheimischen phanerogamen Kräuter, Stauden und Sträucher ergab, daß die lebenden Elemente notwendig sind zum ausreichenden Wassertransport sowohl in Blattstielen, als in Pflanzenstengeln. Wird eine lebende Zone abgetötet oder auf andere Art ausgeschaltet, so hält die Wasserleitung gewöhnlich noch eine Zeit lang an, wenn auch in vermindertem Maße. Auch bei ganz kurzen Versuchsstrecken macht sich der Ausfall der lebenden Zellen durch Welken der Blätter bemerkbar.

Längere abgetötete Strecken hemmen den Wassertransport in höherem Maße als kurze, und verursachen baldiges Welken. Dasselbe tritt um so rascher ein, je länger die Versuchszone war. Pflanzen von derselben Art und derselben Beschaffenheit welken unter den gleichen Umständen zu gleicher Zeit, wenn die abgetötete Strecke dieselbe Länge besaß. Jüngere Pflanzen welken im allgemeinen früher als ältere. Die Größe der Blattfläche war bei *Lycium* ohne Bedeutung. Während der Nacht wurde bei mehreren welken Versuchspflanzen die Turgescenz wieder hergestellt.

Durch das Abtöten entstehen sehr wahrscheinlich keine Veränderungen in den Leitungsbahnen, welche den Wassertransport schädigen. Ebensowenig ist das Welken auf Vergiftung der Blattzellen zurückzuführen; sondern es ist das Welken direkt dem Ausschalten der lebenden Zellen zuzuschreiben. Der Ausfall im Wassertransport tritt sofort nach dem Abtöten mit Wasserdampf ein. Die Kraftkomponente, welche von den lebenden Zellen herrührt, ist schwankend. Im allgemeinen ist sie von großer Bedeutung. Die Ansicht Ursprung's (1904), wonach eine Aufgabe der lebenden Zellen darin bestehen könne, den seitlichen Wasseraustritt zu verhindern, konnten meine Versuche nicht bestätigen. Weil sekundäre Veränderungen durch das Abtöten nicht entstehen, obwohl ein bedeutender Ausfall in der Transportkraft eintritt, so müssen die lebenden Zellen aktiv in den Mechanismus des Wasserhebens eingreifen. Welche Zellgewebe hauptsächlich tätig sind, darüber geben die Versuche keinen Aufschluß.

Literaturverzeichnis.

Adler, 1892. Untersuchungen über die Längenausdehnung der Gefäßräume. Inaug.-Diss. Jena.

Czapek, 1906. Die Ernährungsphysiologie der Pflanzen seit 1896. (Progressus rei botanicae. I. 419.)

— 1907. Botanische Zeitung. Bd. 2. 392.

Dixon, 1905. Note on the supply of water to leaves on a dead branch. (Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society. Vol. XI. [N. S.] No. 2.)

— 1909. Vitality and the transmission of water through the stems of plants. (Botanical School of Trinity College, Dublin. Vol. 2. 5.)

Fischer, A., 1891. Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. (Jahrbücher f. wiss. Bot. Bd. 22. 73.)

Godlewski, 1884. Zur Theorie der Wasserbewegung in den Pflanzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 15. 569.)

Haberlandt, G., 1904. Physiol. Pflanzenanatomie. Leipzig.

Haberlandt, F., 1877. Das Austrocknen abgeschnittener u. benetzter, sowie abgeschnittener und nicht benetzter grüner Blätter und Pflanzenteile. (Wissensch. prakt. Unters. auf dem Gebiete des Pflanzenbaues, herausg. von Fr. Haberlandt. 2. 130.)

Hansen, 1885. Ein Beitrag zur Kenntnis des Transpirationsstromes. (Arb. des bot. Würzb. Instit. 3. 305.)

v. Höhnel, 1877. Über d. Welken abgeschnittener Sprosse. (Wissensch. prakt. Unters. auf dem Gebiete des Pflanzenbaues, herausg. von Fr. Haberlandt. Bd. II. 120.)

—, 1879. Beiträge zur Kenntnis der Luft- und Saftbewegung in der Pflanze. (Jahrb. f. wiss. Bot. 12. 47.)

Janse, 1887. Die Mitwirkung der Markstrahlen bei der Wasserbewegung im Holze. (Jahrb. f. wiss. Bot. 18. 1.)

Jost, 1905. a. b. Botanische Zeitung. II. 122 u. 244.

Kosaroff, 1897. Einfluß verschiedener Faktoren auf die Wasseraufnahme der Pflanzen. (Inaugural-Diss.) Leipzig.

Overton, E., 1899. Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rotem Zellsaft bei Pflanzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 33. 171.)

Pfeffer, 1897—1904. Pflanzenphysiologie. 2. Aufl.

Pringsheim, E., 1906. Wasserbewegung und Turgorregulation in welkenden Pflanzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 43. 89.)

Sachs, 1882. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig.

Schwendener, 1886. Untersuchungen über das Saftsteigen. (Sitzungsber. der Berliner Akad., physikal.-mathem. Klasse. 561.)

–, 1892. Zur Kritik d. neuesten Untersuchungen über d. Saftsteigen. (Sitzungsber. der Berliner Akad., physikal.-mathem. Klasse.. 911.)

—, 1893. Weitere Ausführungen über d. durch Saugung bewirkte Wasserbewegung in der Jaminschen Kette. (Sitzungsber. der Berliner Akad., physikal.-mathem. Klasse. 835.)

—, 1909. Vorlesungen über mechanische Probleme der Botanik, herausgegeben von Holtermann. Leipzig.

Schimper, A. F. W., 1885. Über d. Bildung u. Wanderung der Kohlehydrate in den Blättern. (Bot. Ztg. Bd. 43. 737.)

Unger, 1864. Beiträge zur Anatomie u. Physiologie der Pflanzen. (Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wissensch., mathem.-naturw. Klasse. Bd. 14.)

Ursprung, 1904. Über die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen. (Beihefte zum Bot. Centralb. 18. 147.)

—, 1906a. Die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 62. 503.

—, 1906b. Über die Ursache des Welkens. (Beihefte z. Bot. Centralbl. 20.)

Ursprung, 1907 a. Studien über d. Wasserversorgung der Pflanzen. (Biolog. Centralbl. 27. 1. 33.)

— 1907 b. Abtötungs- u. Ringelungsversuche an einigen Holzpflanzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 64. 287.)

Vesque, 1885. Sur la prétendu rôle des tissus vivants du bois, dans l'ascension de la sève. (Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. 101. 2, 757.)

Volkens, 1882. Über die Wasserausscheidung in liquider Form an den Blättern höherer Pflanzen. (Diss.) Berlin.

Weber, 1885. Über den Einfluß höherer Temperaturen auf die Fähigkeit des Holzes den Transspirationsstrom zu leiten. (Berichte d. Bot. Ges. 3. 345.)

Westermaier und Ambronn, 1881. Beziehungen zwischen Lebensweise und Struktur der Schling- und Kletterpflanzen. Regensburg.

Westermaier, 1883. Zur Kenntnis der osmotischen Leistungen des lebenden Parenchyms. (Berichte d. Bot. Ges. 1. 371.)

Wieler, 1888. Über d. Anteil d. sekundären Holzes d. dikotyledonen Gewächse an der Saftleitung und über die Bedeutung der Anastomosen für die Wasserbewegung der transpirierenden Flächen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 19.)